Modélisation des décisions d'adoption des stratégies face au changement climatique au Niger

Cas des agro-pasteurs péri-urbains de Tahoua

Seyni SIDDO(1), Yahoussa GAMBO(2), Zakou AMADOU(3), Issa HAMADOU(4)

(1) Institut National de la Recherche agronomique du Niger (INRAN), (2) Institut National de la Recherche agronomique du Niger (INRAN), (3) Université Djibo Hamani de Tahoua/Niger, (4) Institut National de la Recherche agronomique du Niger (INRAN)

gamb.houss12@gmail.com

DOI : https ://doi.org/10.17184/eac.9568

Résumé : Le secteur de l'élevage au Sahel est tributaire des ressources naturelles sensibles au climat. Son adaptation à la variabilité climatique représente un enjeu important pour la recherche agronomique. Cet article analyse le niveau d'appropriation des agropasteurs des stratégies d'amélioration des productions animales face au changement climatique dans la zone périurbaine de Tahoua au Niger. Les données ont été collectées auprès de 239 exploitants. Le questionnaire a été élaboré selon un plan d'expérience combinatoire en blocs incomplets équilibrés où chaque répondant a jugé l'innovation la plus importante et la moins importante dans un ensemble de choix. Le modèle mixed logit multinomial a été utilisé pour modéliser les décisions d'adoption des stratégies proposées. Les résultats ont montré qu'en réponse à ces changements des environnements pastoraux que les stratégies les plus adoptées sont : les campagnes de vaccination et déparasitage (15%), culture fourragère à double usage (12%) et l'installation des auxiliaires communautaires de santé animale (10%) et le hachage des fourrages (9%). Les innovations moins appréciées étaient le traitement de fourrages pauvres à l'urée (5%), le broyage de fourrages (6%) et la fabrication et utilisation de blocs multi-nutritionnels (5%). Les résultats de cette étude sont discutés en tenant compte de l'importance de l'innovation dans l'exploitation mais aussi des variables socioéconomiques des producteurs. Ils constituent des pistes pour la diffusion des innovations, mais aussi pour l'évaluation des obstacles à l'adoption de pratiques innovantes dans les exploitations agricoles afin permettre aux producteurs de passer à des économies plus résilientes pour réaliser des actions de développement durable.

Mots-clés : adaptation, élevage, variabilité climatique, innovations

Modeling decisions to adopt strategies in the face of climate change in Niger: the case of peri-urban agro-pastoralists in Tahoua

Abstract: The livestock sector in the Sahel is dependent on climate-sensitive natural resources. Its adaptation to climate variability represents an important challenge for agricultural research. This article analyzes the level of appropriation by agropastoralists of strategies to improve animal production in the face of

climate change in the peri-urban area of Tahoua in Niger. Data was collected from 239 farmers. The questionnaire was developed according to a combinatorial experimental design in balanced incomplete blocks where each respondent judged the most important and least important innovation in a set of choices. The multinomial mixed logit model was used to model the adoption decisions of the proposed strategies. The results showed that in response to these changes in pastoral environments that the most adopted strategies are: vaccination and deworming campaigns (15%), dual-use fodder cultivation (12%) and the installation of community auxiliaries of animal health (10%) and fodder chopping (9%). Less appreciated innovations were the treatment of poor fodder with urea (5%), the grinding of fodder (6%) and the manufacture and use of multi-nutritional blocks (5%). The results of this study are discussed taking into account the importance of innovation on the farm but also the socio-economic variables of the producers. They constitute avenues for the diffusion of innovations, but also for the evaluation of the obstacles to the adoption of innovative practices on agricultural farms in order to allow producers to move to more resilient economies to carry out sustainable development actions

Keywords: adaptation, breeding, climate variability, innovations.

Introduction

La variabilité climatique a causé d'importants effets néfastes sur les efforts de développement de l'ensemble de la planète et particulièrement dans les pays sahéliens (M. Coulibaly *et al.* 2021, p. 23 ; L. O. Naess *et al.* 2010, p. 8). Ainsi, la partie sahélienne de l'Afrique de l'ouest a connu au cours de ces dernières décennies des perturbations de ses conditions climatiques. Selon les travaux de N. Brooks (2006, p. 1), entre le début des années 1970 et le milieu des années 1990, les pays sahéliens ont connu un des changements climatiques les plus longs jamais observés nulle part dans le monde pendant le 20^{e} siècle. Ces perturbations se sont manifestées par des sécheresses successives et des inondations fréquentes avec de nombreuses évolutions de leur environnement agro écologique et climatique notamment une précarité de la pluviométrie et des ressources naturelles (M. Hulme *et al.* 2001, p. 164). Ce qui a entrainé des conséquences importantes sur la sécurité alimentaire et nutritionnelle des populations sahéliennes (GIEC, 2007, p. 11). Ces sécheresses ont aussi causé des milliers de pertes en vies humaines et surtout en cheptel au Sahel car les ressources alimentaires sont devenues de plus en plus précaires. Parallèlement, les espaces pastoraux ont connu une réduction drastique avec la progression du front agricole suite à la croissance démographique. Avec des ressources fourragères et hydriques précaires créant un contexte de compétition conflictuelle accrue, les pasteurs et agropasteurs éprouvent des difficultés à conduire leurs activités traditionnelles d'élevage (K. A. Galvin *et al.* 2001, p. 169). Ainsi, la variabilité climatique, les modifications thermométriques et pluviométriques sont perçues comme les principaux obstacles à la production pastorale dans les pays sahéliens. Cette précarité des ressources pastorales et hydriques a beaucoup fragilisé la capacité de production des systèmes d'élevage sahéliens constituant leur atout essentiel de survie notamment à travers ses multiples rôles socio-économiques. Cette sensibilité du secteur de l'élevage au climat a suscité un intérêt dans le milieu de la recherche action/développement (V.H.S. Totin *et al.* 2016, p. 159 ; D. Hidosa *et* M. Gyo, 2017, p.1 ; H. Abdou *et al.* 2020, p. 82 ; G. L. Djohy *et al.* 2021a, p.146 ; G. L. Djohy *et* B. Sounon Bouko, 2021b, p. 28). Afin d'accroitre leur résilience à la variation climatique, plusieurs projets de développements en général ont diffusé de technologies et pratiques à travers le Niger (A. M. Tabbo, Z. Amadou *et* A. B. Danbaky, 2016, p.4 ; A. M. Tabbo et Z. Amadou, 2017, p. 4 ; M. M. Rabe, Z. Amadou, I. Baoua *et* L. Sitou, 2018 p.231 ; H. Abdou *et al.* 2020, p. 88).

Published in : TINE, Benoit (dir.), *Revue Internationale des Sciences Économiques et Sociales (RISES) No. 5. Vulnérabilités multiples au cœur des sociétés modernes*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782140325847, doi : 10.17184/eac.9782140325847

La perception des impacts du changement climatique et des stratégies d'adaptation ont fait l'objet de nombreux travaux (P.V. Vissoh *et al.* 2012, p. 481 ; Z. Bensmira *et al.* 2015, p.321 ; S. Zakari *et al.* 2015, p. 213 ; Y. Idrissou *et al.* 2020, p. 2 ; Z. Bensmira *et al.* 2023, p. 207). L'analyse de ces travaux a montré que les populations sont éprouvées souvent des difficultés dans la mise en œuvre de ces technologies d'adaptation dans un climat de plus en plus variable. Selon les travaux de K. A. Galvin *et al.* (2001, p.163), les stratégies d'adaptation sont souvent contraignantes pour les producteurs. Cependant, peu d'efforts de recherche ont été consacrés à l'analyse économétrique des préférences des producteurs dans l'adoption des stratégies (S. zakari, 2017, p. 5 ; M. M. Rabe *et al.* 2018, p. 226 ; Y. Idrissou *et al.* 2020, p.2). Il devient nécessaire d'évaluer la préférence de ces différentes technologies et pratiques par les producteurs pour rendre le processus d'adoption plus participatif et plus constructif. C'est ce qui a expliqué la conduite de cette présente étude. L'analyse des préférences des agropasteurs permet de déceler les nombreuses logiques paysannes pour s'adapter à un environnement présentant de fortes contraintes et d'évaluer les obstacles à l'adoption de pratiques résilientes dans une exploitation agricole en rendant le processus plus participatif et plus constructif.

1 Matériels et méthode

1.1 Matériels

1.1.1 Zone d'étude

Cette étude a été conduite dans les villages péri-urbains de la commune de Tahoua (Niger). Le régime pluviométrique de la zone d'étude est caractérisé par un déficit chronique et une mauvaise répartition des pluies dans le temps et dans l'espace. On y observait aussi un arrêt précoce des pluies 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 (T. Hawey *et al.* 2020, p. 456). Les sols sont pauvres et soumis à l'érosion hydrique et éolienne. L'élevage est la seconde activité des populations de la zone après l'agriculture. L'élevage est caractérisé par une grande mobilité des animaux (transhumance, locale gardée, divagation) pour accéder aux parcours naturels pouvant satisfaire leurs besoins en ressources pastorales. Ces facteurs montrent le caractère précaire des productions végétales et mettent aussi en exergue la vulnérabilité des ménages agropastoraux face aux risques du changement climatique et la nécessité d'adopter des stratégies afin d'accroitre leur résilience.

1.1.2 Outils de collecte de données

Le principal outil de collecte de données est un questionnaire (*best and worst scaling*) conçu sur la base d'un dispositif équilibré à des blocs incomplets où les stratégies (option de choix) sont répétées de façon aléatoire avec la même fréquence d'apparition dans le questionnaire. Le logiciel R (version 4.1.2 de 2021) est utilisé pour l'établissement de ce questionnaire 13 blocs composés de 4 choix avec chacun. Chaque bloc est présenté sous forme de tableaux composé d'une option de « plus » et une option « moins » importants (Tableau I).

Published in : TINE, Benoît (dir.), *Revue Internationale des Sciences Économiques et Sociales (RISES) No. 5. Vulnérabilités multiples au cœur des sociétés modernes*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782140325847, doi : 10.17184/eac.9782140325847

1.2 Méthode

1.2.1 Echantillonnage et collecte des données

L'enquête a concerné au total 239 chefs de ménage qui résident dans la zone périurbaine de Tahoua. Les personnes enquêtées sont sélectionnées par échantillonnage itératif guidé par les répondants, également appelé échantillonnage en boule de neige, sur la base des premiers interviewés sélectionnés au hasard. En ce qui concerne la collecte des données, il est ddemandé aux répondants de choisir à la fois deux innovations dont l'une est « la plus importante » et l'autre « la moins importante » dans chaque bloc de choix.

1.2.2 Analyse des données

La théorie du Max Diff suppose que les répondants ont choisi la paire « plus importante/ moins important » qui maximise en termes d'importance entre les plus importantes et moins importantes stratégies. En d'autres termes, on suppose que les répondants ont sélectionné dans chaque option de choix les deux innovations qui présentent plus de différence parmi les innovations entre elles. En considérant que les répondants ont choisi les stratégies présentant plus différence entre elles, le niveau d'importance (P_{ik}) pour chaque répondant peut être exprimé comme suit :

$$P_{ik} = \delta_k + \epsilon_{ik} \tag{1.1}$$

Où δ_k = représente l'emplacement de la valeur k sur une échelle d'importance spécifique et ϵ_{ik} = terme aléatoire inclus pour prendre en compte des facteurs non observés.

En supposant que la probabilité k et j innovations soient choisies dans un ensemble de choix comme la « plus importante » et la « moins importante » est égale à la probabilité que la différence entre p_{ik} et p_{ij} soit supérieure à toutes les autres options *k(k-1) -1* dans l'ensemble des choix. En considérant que le terme d'erreur a une distribution *iid*, un modèle logit multinomial est utilisé pour modéliser cette probabilité qui est définie comme suit :

Prob (k plus important ; j moins important) =

$$\frac{\exp(\beta k - \beta j)}{\sum_{l=1}^{k} \sum_{m=1}^{k} \exp\left[(\beta l - \beta m) - k\right]} \tag{1.2}$$

Le modèle *random parameter* logit reconnait l'hétérogénéité des préférences des répondants (D. Mcfadden *et* K. Train, 2000, p. 448 ; D. L. Ortega *et al.* 2011, p. 2). L'estimation du modèle permet aussi de déterminer les stratégies les « plus » et « moins » préférées. Ainsi, la part de préférence est calculée avec la formule suivant : Proba(stratégie j est choisie) =

Published in : TINE, Benoit (dir.), *Revue Internationale des Sciences Économiques et Sociales (RISES) No. 5. Vulnérabilités multiples au cœur des sociétés modernes*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782140325847, doi : 10.17184/eac.9782140325847

$$\frac{e^{X\beta j}}{\sum_{k=1}^{j} e^{X\beta k}} \tag{1.3}$$

$X\beta j$ = utilité de la stratégie j ; $X\beta k$ = utilité de la stratégie k

Enfin, la distribution normale standard est utilisée pour estimer la proportion des répondants ayant une préférence positive et négative pour une stratégie donnée. A cet effet, le rapport entre la moyenne et l'écart type pour chacune des stratégies permet de calculer la probabilité qui est au-dessus et en-dessous de la moyenne.

2 Résultats

2.1 Caractéristiques socio-économiques des producteurs enquêtés

La majorité des répondants sont de sexe masculin (70,70%) avec taux d'instruction de 44%. L'élevage est la principale activité des 75,2% des producteurs enquêtés avec des effectifs moyens de 6,57±12,26 et 14,96±18,65 respectivement de gros et petits ruminants. 50,6% des producteurs ont un revenu mensuel supérieur à 90 000 FCFA. Leur âge moyen est de 36,33±10,49 ans avec un effectif moyen 6,79±3,8 de membres actifs du ménage.

2.1.1 Estimations des coefficients des modèles

Le tableau II présente les résultats de l'estimation du multinomial logit (mnl) et mixed logit (mxl). La comparaison de l'ajustement des modèles montre que le mxl donne des valeurs de vraisemblance plus élevées que le mnl. Ce qui signifie que le pouvoir explicatif des paramètres du mxl est plus important que celui du mnl. Ainsi, le mxl donne des conclusions plus intéressantes que le mnl. P(chi^2) des modèles mxl et mnl sont significatifs différents au seuil de 5%. Ceci explique une bonne forme générale des modèles et montre aussi que le mxl donne des ajustements plus améliorés que le mnl. La majorité des coefficients estimés des variables du mxl sont supérieurs (en valeur absolue) à eux du mnl. Cette supériorité des coefficients du mxl est lié au fait qu'il décompose la partie non observée de l'utilité de chaque innovation et normalise les paramètres des parties non observées. Ainsi, le mxl surpasse le mnl.

Le tableau II présente aussi l'erreur standard pour chaque stratégie d'adaptation. La plupart de cette erreur standard est significative. Cela montre que l'utilité procurée par l'adoption de ces stratégies varie de manière aléatoire parmi les producteurs enquêtés. Par conséquent, seules les estimations du modèle mxl sont retenues pour l'interprétation des résultats (tableau III). Ainsi, les stratégies présentant des coefficients positifs sont les plus préférées que celles avec des signes négatifs. Le tableau III reporte aussi les préférences relatives pour chaque stratégie d'adaptation au changement climatique. Ainsi, 15% des répondants estiment que la campagne de vaccinations contre les principales épizooties et le déparasitage du cheptel est la stratégie la plus préférée. La formation et l'installation des auxiliaires para vétérinaires (APV) et la culture fourragère double usage sont respectivement préférées par 12 et 10% des populations enquêtées. C'est seulement 5% des producteurs qui pensent que les stratégies suivantes : la production du foin, le traitement de la paille l'urée, les blocs multi

Published in : TINE, Benoît (dir.), *Revue Internationale des Sciences Économiques et Sociales (RISES) No. 5. Vulnérabilités multiples au cœur des sociétés modernes*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782140325847, doi : 10.17184/eac.9782140325847

nutritionnels (BMN) et la complémentation des animaux avec les résidus avec les domestiques sont importantes dans la résilience au changement climatique. 9% des répondants préfèrent la stratégie de hachage des fourrages que le broyage (6%). En comparant l'utilisation des résidus agricoles et agro-industriels, la population enquêtée a une préférence pour les résidus agricoles (8%).

2.1.2 Pourcentage au-dessus et en dessous de la moyenne pour chaque stratégie

La moyenne et l'écart type sont utilisés dans le tableau IV pour le calcul de la part de préférence pour chaque stratégie d'adaptation. La part de producteurs au-dessus de la moyenne est la probabilité cumulée d'un écart normal standardisé qui équivaut 0,50/0,01=0,50 (en supposant que le coefficient de la régénération naturelle assistée (RNA) est normalement distribué avec une moyenne de 0,50 et d'un écart type standard de 0,01). En utilisant la distribution normale standard, on trouve la part supérieure à la moyenne à 0,50 est de 100%. Ainsi, la RNA est préférée comme stratégie par 100% des producteurs contre formation et l'installation des APV (68,34%), le broyage des fourrages (59,89%), la campagne de vaccinations (57,39%) et la culture fourragère (56,47%). A l'opposé, l'utilisation des résidus agricoles (78%), des résidus agro-industriels (74%), blocs à urée (75%), BMN (62%) sont moins appréciées par les répondants parmi leurs stratégies d'adaptation proposés dans le cadre de la résilience au changement climatique.

3 Discussions

Face aux sécheresses récurrentes et à la dégradation du couvert végétal qui en résulte, chaque producteur opte pour des aptitudes diverses d'adoption des innovations de façon à réagir rapidement face aux multiples contraintes de son système de production. Ainsi, face à ces conséquences environnementales du changement climatique, les agropasteurs ont adopté des stratégies endogènes notamment le regroupement des animaux dans les régions propices. Ce regroupement des animaux de diverses provenances a favorisé la diffusion et la propagation de plusieurs de gènes pathogènes. Par conséquent, plusieurs éleveurs ont perçu une détérioration de la santé de leur cheptel depuis quelques années. De plus, la sous-alimentation des animaux en saison sèche au Sahel a provoqué un affaiblissement physiologique des animaux entrainant l'apparition de plusieurs pathologies impactant sur les performances productives et reproductives des animaux. Face cette situation, l'Etat et ses partenaires de développement ont initié des stratégies de protection du cheptel contre les maladies. Les résultats de la présente étude ont montré que l'organisation des campagnes de prophylaxie et l'installation des APV communautaires à l'échelle du pays étaient les stratégies d'adaptation les plus acceptées par les éleveurs. Ces résultats sont confirmés par les travaux de H. Abdou *et al.* (2020, p. 85) qui ont obtenu un taux de 61% des éleveurs qui ont fait recours au service des vétérinaires pour la protection de leur cheptel contre les agressions pathologiques. Dans une étude de priorisation des stratégies d'adaptation conduite au Bénin, G. L. Djohy *et* B. Sounon Bouko (2021b, p. 32) ont montré que 55% des éleveurs de bovins utilisent les services vétérinaires pour lutter contre les maladies.

Published in : TINE, Benoit (dir.), *Revue Internationale des Sciences Économiques et Sociales (RISES) No. 5. Vulnérabilités multiples au cœur des sociétés modernes*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782140325847, doi : 10.17184/eac.9782140325847

En ce qui concerne les stratégies d'adaptation contre la dégradation des ressources fourragères, l'analyse des résultats de l'étude a montré que les éleveurs ont préféré la culture fourragère, la RNA, le hachage et le stockage des résidus agricoles afin de répondre au déficit fourrager. Des études plus récentes dans la sous-région ont confirmé l'adoption de ces techniques contre les crises alimentaires du cheptel. Ainsi, Z. Bensmira *et al.* (2015, p. 323) et A. Daoudi *et al.* (2013, p. 306) ont montré que les éleveurs en Algérie augmentaient leur surface agricole afin de stocker plus de résidus agricoles pour l'alimentation de leur cheptel. De même dans une étude conduite au Mali dans la Commune Rurale de Diema, M. Coulibaly *et al.* (2022, p. 35) ont affirmé que les éleveurs faisaient recours à la RNA et aux sous-produits agro industriels comme moyens de réduire la mortalité d'animaux. Les travaux de V.H.S. Totin *et al.* (2016, p. 169) au Bénin ont confirmé aussi la nécessité pour les agropasteurs d'utiliser les sous-produits agricoles pour la complémentation des animaux avec l'insuffisance du fourrage sur pied. Les résultats de cette étude sont confirmés par les travaux au Bénin de G. L. Djohy *et* B. Sounon Bouko (2021b, p. 31) qui ont rapporté la préférence des éleveurs pour la pratique de la culture fourragère et aux stockages des résidus agricoles (mil, maïs, riz, arachide, niébé) qui sont utilisés pendant la période de soudure pour maintenir les animaux en bon état de santé jusqu'au retour des pluies.

Malgré les stratégies de maintien de la santé animale et de lutte contre la dégradation des ressources fourragères, les acteurs du développement rural sont toujours interpellés sur l'urgence d'améliorer davantage la qualité de l'alimentation des animaux en élevage extensif. En effet, la complémentation des animaux avec des fourragers grossiers n'améliore pas souvent leur performance zootechnique. Face à ces stratégies endogènes de faible résilience, les partenaires à travers les projets et les ONG ont aussi proposé des pratiques issues de la recherche scientifique notamment le traitement de la paille à l'urée, les blocs à urée et les BMN. Ces pratiques sont utilisées dans le but d'améliorer la valeur nutritive des rations alimentaires des animaux. Cependant, les résultats de cette étude ont montré que ces stratégies sont moins préférées par rapport aux mesures de prophylaxie et d'aménagement du disponible fourrager. Les résultats de K. Sabai *et al.* (2014, p. 7432) ont aussi démontré que l'adoption de ce type de stratégie varie selon le revenu des producteurs et les contraintes financières sont les principales barrières de leur adoption. Malgré cette importance relative de l'adoption des bonnes pratiques d'adaptation au changement climatique observée dans cette étude, le problème d'extension de ces innovations à grande échelle a toujours persisté à cause de la faible capacité des populations paysannes à les prendre en charge leur coût d'acquisition. Ce qui a impacté négativement la résilience du système agropastoral face aux risques climatiques. Ainsi, dans une étude conduite au Niger, S. Zakari (2017, p. 21) a soutenu que les raisons de l'abandon de l'utilisation de ces technologies chez la grande majorité des répondants sont liées aux difficultés d'acquisition du matériel et des ingrédients pour la mise en pratique.

4 Conclusion

Dans le cadre de la résilience des populations rurales, l'Etat et ses partenaires de développement ont initié la vulgarisation des techniques innovantes pour adapter les pratiques locales aux risques environnementales liés au changement climatique. L'ana-

Published in : TINE, Benoît (dir.), *Revue Internationale des Sciences Économiques et Sociales (RISES) No. 5. Vulnérabilités multiples au cœur des sociétés modernes*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782140325847, doi : 10.17184/eac.9782140325847

lyse des résultats de cette étude a montré que toutes les stratégies sont importantes pour accroitre la résilience de ces populations face aux évolutions environnementales si hostiles. En effet, ces stratégies d'adaptation constituent des nouveautés pour le système d'élevage extensif considéré et par rapport aux pratiques locales de conduite des animaux au moment où elles ont été vulgarisées. Elles concernent surtout la santé et l'alimentation animales.

Les résultats de cette étude sont discutés en tenant compte de l'importance des stratégies dans l'exploitation agricole mais aussi des variables socioéconomiques des producteurs. Les résultats obtenus dans cette étude ont montré une bonne préférence relative des stratégies d'adaptation au changement climatique auprès des producteurs, mais il se pose un problème d'extension de ces techniques à grande échelle, du fait notamment de la faible capacité des populations à prendre en charge leurs frais d'acquisition. Ceci contribue à l'affaiblissement de la résilience du système agropastoral face aux risques climatiques. Les résultats présentent ainsi des pistes pour la diffusion des innovations, mais aussi pour l'évaluation de l'adoption de pratiques résilientes dans une exploitation agricole.

5 Références bibliographiques

BENSMIRA Zaza, BOUJU Sophie, BENCHABEN Hellal, BENSMIRA Meriem, PENIN Marie-Louise et NOU Camille, 2023, « Les stratégies d'adaptation des agro-éleveurs de la steppe algérienne face au changement climatique (cas de la région de Ras El Ma) », dans *Les Cahiers d'Outre-Mer* [En ligne], URL : ttp ://journals.openedition.org/com/12259 (consulté le 04 janvier 2023).

BENSMIRA Zaza, HELLAL Benchaben, BOUJU Sophie et MAIRE Richard, 2015, « Les incidences du changement climatique sur l'espace pastoral steppique de l'Algérie occidentale : cas de la commune de Ras El Ma », dans *Les Cahiers d'Outre-Mer*, n° 271, p. 319-348.

BROOKS Nick, 2006, *Changement climatique, sécheresse et pastoralisme au sahel. Note de discussion pour l'Initiative Mondiale sur le Pastoralisme Durable*, Centre de Recherche sur le Changement Climatique, Tyndall.

COULIBALY Mamadou, SIAKA Samake, BREHIMA N'diaye, MAHAMADOU Malle, DOMMO Timbely, MARIAM Coulibaly, DJIBRILLA Cisse et SANOUSSI Atta (2022). « Strategies D'adaptation Des Agropasteurs Aux Changements climatiques dans La Commune Rurale De Diema (Mali) », dans *European Scientific Journal*, n° 18 (8), p. 21-39.

DAOUDI Ali, TERRANTI Salima, FETHI HAMMOUDA Rachid, BEDRANI Slimane, 2013, « Adaptation à la sécheresse en steppe algérienne : le cas des stratégies productives des agropasteurs de Hadj Mechri », dans *Cah. Agric.*, n° 22(4), p. 303-310.

DJOHY Gildas Louis et SOUNON BOUKO Boni, 2021b, « Vulnérabilité et dynamiques adaptatives des agropasteurs aux mutations climatiques dans la commune de Tchaourou au Bénin », dans *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, n° 74(1), p. 1-9.

DJOHY Gildas Louis, BOUKO BONI Sounon, DOSSOU PAULIN Jésutin, YABI Jacob Afouda, 2021a, « Perception et adaptation des éleveurs de bovins aux changements climatiques dans le bassin de l'Ouémé Supérieur au Bénin », dans, *Tropicultura* [En ligne], URL : https://popups.uliege.be/2295-8010/index.php?id=2135. (Consulté le 15 juin 2023)

GALVIN Kathleen A., BOONE Randall B., SMITH Nicole M., LYNN Stacy J., 2001, « Impact of climate variability on East African pastoralists : linking social science and remote sensing », dans *climate research*, n° 19, p. 161-172.

GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution u climat), 2007, *Bilan 2007 des changements climatiques. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat*, GIEC, Genève, Suisse.

HAROUNA Abdou, IBRAHIM ADAMOU Karimou, BOUREIMA KARIMOU Harouna, MOUSSA TAHIROU Zataou, 2020, « Perception du changement climatique des éleveurs et stratégies d'adaptation aux

contraintes environnementales : cas de la commune de Filingué au Niger », dans *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, n° 73(2), pp 81-90.

HAWEY Tahirou, SITOU Lawali, MANSSOUR Abdou Maman, SOUMANA Idrissa, MASSAOUDOU Moussa et ZOUBEIROU Alzouma Mayaki, *2020, «* Risques pluviométriques, source d'insécurité alimentaire et nutritionnelle au Niger *», dans Int. J. Biol. Chem. Sci., n° 14(2), p. 452-464.*

HIDOSA Denbela, GUYO Mesay, 2017, « Climate Change Effects on Livestock Feed Resources : A Review, dans *Journal of Fisheries & Livestock Production*, n° 5(4)259, p. 1-4.

HULME Mike, DOHERTY Ruth, NGARA Todd, NEW Mark, LISTER David, 2001, « African climate change : 1900-2100 », dans *Climate Research*, n° 17(2), p. 145–168.

IDRISSOU Yaya, ASSANI SEIDOU Alassan, MAHOUGNON TOSSOU Fréjus, SOREBOU SANNI WOROGO Hilaire, NASSER BACO Mohamed, STEVE ADJASSIN Josias, GERARD COMLAN ASSOGBA Brice et ALKOIRET TRAORE Ibrahim, 2020, « Perception du changement climatique par les éleveurs de bovins des zones tropicales sèche et subhumide du Bénin : comparaison avec les données météorologiques », dans Cah. Agric., n° 29, p. 1- 9.

LARS OTTO Naess, MORWENNA Sullivan, JO Khinmaung, PHILIPPE Crahay, AGNES Otzelberger, PIERRE DIEGANE Kadet, 2010, *Changement de climats, vies en changement : stratégies d'adaptation des communautés pastorales et agro-pastorales en Éthiopie et au Mali*, ACF international, IDS, Tearfund, 1ER, A-Z consult, ODES.

MCFADDEN Daniel et TRAIN Kenneth, 2000, « Mixed MNL models for discrete responses », dans *J. Appl. Econ.*, n° 15, p. 447-470.

ORTEGA David L., WANG H. Holly, OLYNK Nicole J., WU Laping, BAI Junfei, 2012. « Chinese Consumers' Demand for Food Safety Attributes : A Push for Government and Industry Regulations », dans *American Journal of Agricultural Economics*, n°94(2), pp. 489-495.

RABE Mahamane Moctar, AMADOU Zakou, BAOUA Ibrahim et SITOU Lawali, 2018, « Évaluation des attributs des semences améliorées : cas des variétés du niébé dans la zone agricole centre sud du Niger », dans *Afrique SCIENCE, n°* 14(4), p. 225-234.

SABAÏ Kate, GUSTAVE D Dagbenonbakin, CODJO EMILE Agbangba, JEAN FABRICE de Souza, GUSTAVE Kpagbin, ANASTASE Azontondé, EULOGE Ogouwalé, BRICE Tinté et BRICE Sinsin, 2014, « Perceptions locales de la manifestation des changements climatiques et mesures d'adaptation dans la gestion de la fertilité des sols dans la Commune de Banikoara au Nord Bénin », dans *Journal of Applied Biosciences*, n° 82, p. 7418-7435.

TABBO Ali Moussa et AMADOU Zakou, 2017. « Assessing newly introduced climate change adaptation strategy packages among rural housholds : Evidence from Kaou local government area, Tahoua state, Niger Republic », dans *Jàmbá journal of Disaster Risk Studies, n°* 9(3) a383, p. 1-7.

TABBO Ali Moussa, AMADOU Zakou et Danbaky Agada B., 2016, « Evaluating farmers' adaptation to climate change : a case study of kaou local government area, Tahoua state, Niger Republic », dans *Jàmbá journal of Disaster Risk Studies,* n° 8(3) a241, p. 1-5.

TOTIN VODOUNON Henri S., DJOHY Louis G., AMOUSSOU Ernest, BOKO Michel, 2016, « Instabilité du régime climatique et dynamique des systèmes pastoraux dans la commune de Sinendé au nord-Benin », dans *Rev. Sc. Env. Univ., Lomé* (Togo), n° 13, p. 157-309.

VISSOH Pierre V., TOSSOU Rigobert C., DEDEHOUANOU Houinsou, GUIBERT Hervé, CODJIA Olivier C., VODOUHE Simplice D. et AGBOSSOU Euloge K., 2012, « Perceptions et stratégies d'adaptation aux changements climatiques : le cas des communes d'Adjohoun et de Dangbo au Sud-Est Bénin », dans *Les Cahiers d'Outre-Mer*, n° 260, p. 479-492.

ZAKARI Seydou, 2017, Adoption des technologies et pratiques d'agriculture intelligente face au climat dans les sites ccafs-(niger), Rapport final, Institut National de la Recherche Agronomique du Niger (INRAN), Niamey/Niger.

ZAKARI Soufouyane, TENTE Brice Agossou Hugues, YABI Ibouraïma, TOKO IMOROU Ismaïla, TABOU Talahatou, AFOUDA Fulgence et N'BESSA Benoît, 2015, « Vulnérabilité des troupeaux transhumants aux mutations climatiques : analyse des perceptions et adaptations locales dans le bassin de la Sota à Malanville », dans *Afrique Science*, n° 11(3), p. 211-228.

Published in : TINE, Benoît (dir.), *Revue Internationale des Sciences Économiques et Sociales (RISES) No. 5. Vulnérabilités multiples au cœur des sociétés modernes*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782140325847, doi : 10.17184/eac.9782140325847

Annexes

Tableau I : échantillon de questions utilisé dans l'enquête

plus importante	**Items**	moins importante
[ ]	Régénération naturelle assistée	[ ]
[ ]	Broyeurs de fourrages	[ ]
[ ]	Traitement des fourrages pauvres à l'urée	[ ]
[ ]	Fabrication et utilisation de blocs multi-nutritionnels	[ ]

Tableau II : estimations des coefficients des modèles

	Innovations	MNL	MXL	
		coef	coef	Erreur standard
A	Campagne de vaccinations contre les principales épizooties et déparasitage du cheptel	0,18**(-0,06)	0,24**(-0,08)	1,28***(-0,15)
B	Formation et installation des auxiliaires para vétérinaires	0,20***(-0,06)	0,22**(-0,07)	-0,46*(-0,20)
C	Culture fourragère à double usage	0,17**(-0,06)	0,20**(-0,08)	1,25***(-0,14)
E	Régénération naturelle assistée	0,47***(-0,06)	0,50***(-0,07)	0,02(-1,17)
F	Production du foin	-0,14*(-0,06)	-0,16*(-0,07)	0,85***(-0,15)
G	Hachage de pailles	-0,13*(-0,06)	-0,16*(-0,07)	0,38(-0,24)
H	Broyeurs de fourrages	0,12*(-0,06)	0,11(-0,07)	-0,44*(-0,19)
I	Traitement des fourrages pauvres à l'urée	-0,03(-0,06)	-0,04(-0,07)	0,19(-0,34)
J	Fabrication et utilisation de blocs à urée	-0,07(-0,06)	-0,10(-0,06)	0,14(-0,41)
K	Fabrication et utilisation de blocs multi-nutritionnels	-0,24***(-0,06)	-0,34***(-0,08)	1,09***(-0,14)
L	Complémentation des animaux avec les sous-produits agro-industriels	-0,47***(-0,06)	-0,58***(-0,08)	0,88***(-0,14)
M	Complémentation des animaux avec les résidus agricoles	-0,16**(-0,06)	-0,21**(-0,07)	0,26(-0,27)
	Complémentation des animaux avec les résidus de ménage	-	-	-
	AIC	17153.636	17061.891	
	Log Likelihood	-8564.818	-8506.946	

Model 1: RES ~ A + B + C + E + F + G + H + I + J + K + L + M | 0
Model 2: RES ~ A + B + C + E + F + G + H + I + J + K + L + M | 0
#Df LogLik Df Chisq Pr(>Chisq)
1 24 -8506.9
*2 12 -8564.8 -12 115.74 < 2.2e-16 ****
*Notes: nombre entre parenthèses sont les écarts types. *** significant at 1%; ** significant at 5% ; ** significant at 10%.*
MNL: multinomial logit; MXL: mixed Logit.

Published in : TINE, Benoit (dir.), *Revue Internationale des Sciences Économiques et Sociales (RISES) No. 5. Vulnérabilités multiples au cœur des sociétés modernes*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782140325847, doi : 10.17184/eac.9782140325847

Tableau III : Préférence relative des stratégies d'adaptation

stratégies	**Coefficients**	**Part de préférence (%)**
Campagne de vaccinations contre les principales épizooties et déparasitage du cheptel	0,24(-0,08)	15
Formation et installation des auxiliaires para vétérinaires	0,22(-0,07)	10
Culture fourragère à double usage	0,20(-0,08)	12
Régénération naturelle assistée	0,50(-0,07)	9
Production du foin	-0,16(-0,07)	5
Hachage de pailles	-0,16(-0,07)	9
Broyeurs de fourrages	0,11(-0,07)	6
Traitement des fourrages pauvres à l'urée	-0,04(-0,07)	5
Fabrication et utilisation de blocs à urée	-0,10(-0,06)	7
Fabrication et utilisation de blocs multi-nutritionnels	-0,34(-0,08)	5
Complémentation des animaux avec les sous-produits agro-industriels	-0,58(-0,08)	6
Complémentation des animaux avec les résidus agricoles	-0,21(-0,07)	8
Complémentation des animaux avec les résidus de ménage	-	5

Notes: nombre entre parenthèses sont les écarts types.

Tableau IV : pourcentage au-dessus et en dessous de la moyenne

Innovations	**Coefficients**	**Erreur Standard**	**au-dessus de la moyenne (%)**	**en-dessous de la moyenne (%)**
Campagne de vaccinations contre les principales épizooties et déparasitage du cheptel	0,24	1,28	57,39	42,61
Formation et installation des auxiliaires para vétérinaires	0,22	-0,46	68,34	31,66
Culture fourragère à double usage	0,20	1,25	56,47	43,53
Régénération naturelle assistée	0,50	0,02	100,00	0,00
Production du foin	-0,16	0,85	42,48	57,52
Hachage de pailles	-0,16	0,38	33,47	66,53
Broyeurs de fourrages	0,11	-0,44	59,89	40,11
Traitement des fourrages pauvres à l'urée	-0,04	0,19	41,39	58,61
Fabrication et utilisation de blocs à urée	-0,10	0,14	24,01	75,99
Fabrication et utilisation de blocs multi-nutritionnels	-0,34	1,09	37,64	62,36
Complémentation des animaux avec les sous-produits agro-industriels	-0,58	0,88	25,37	74,63
Complémentation des animaux avec les résidus agricoles	-0,21	0,26	21,16	78,84
Complémentation des animaux avec les résidus de ménage	-	-	-	-

Published in : TINE, Benoît (dir.), *Revue Internationale des Sciences Économiques et Sociales (RISES) No. 5. Vulnérabilités multiples au cœur des sociétés modernes*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782140325847, doi : 10.17184/eac.9782140325847