

Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux

2026

Collection thématique



Pastoralisme, parcours et élevage pastoral



ANNÉE INTERNATIONALE DES
**PARCOURS ET DES
ÉLEVÉURS PASTORAUX**
2026

Editorial

À l'occasion de l'Année internationale des parcours et des éleveurs pastoraux, la *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux* souhaite, par cette collection thématique d'articles, mettre en lumière les sociétés pastorales. Dans les zones méditerranéennes et tropicales, leur contribution à la sécurité alimentaire, à la gestion durable des territoires et à la préservation des écosystèmes est essentielle. Dans un contexte marqué par le changement climatique, les pressions foncières, l'insécurité, l'émergence ou la ré-émergence de maladies et de profondes mutations socio-économiques, il est essentiel de produire et diffuser des connaissances fiables qui permettent d'éclairer les décisions techniques et politiques. La revue soutient ainsi les travaux scientifiques qui analysent et accompagnent les transformations du pastoralisme, en tenant compte de la diversité des savoirs, des pratiques et des trajectoires d'adaptation.

Ce recueil réunit une sélection d'articles récemment publiés dans la revue et consacrés à l'élevage pastoral. Cette compilation met en lumière la diversité des formes de pastoralisme et leurs réponses aux changements globaux, tout en témoignant du dynamisme de la communauté scientifique engagée sur ces questions dans les régions méditerranéennes et tropicales. Les contributions présentent le pastoralisme comme un système de production à la fois stratégique et vulnérable, reposant sur la mobilité, l'accès aux ressources naturelles et des équilibres sociaux souvent fragiles.

Un premier ensemble d'articles aborde la sécurisation des systèmes pastoraux, notamment les enjeux d'accès au foncier, aux parcours et à l'eau, dans un contexte de concurrence accrue avec l'agriculture, l'urbanisation et de politiques publiques encore peu adaptées aux spécificités pastorales.

Une seconde série d'article s'intéresse à la gestion durable des pâturages et des écosystèmes, fortement influencée par la variabilité climatique. L'intensification des aléas accroît les risques de pénurie fourragère et renforce la nécessité d'adaptations techniques et organisationnelles, parmi lesquelles la mobilité des troupeaux demeure centrale, bien que de plus en plus contrainte.

Sur le plan socio-économique, les articles soulignent le rôle majeur du pastoralisme dans les économies rurales, tout en mettant en évidence les défis de résilience face aux crises récurrentes, telles que les sécheresses, les chocs économiques ou les conflits d'usage. Ils montrent également l'émergence d'usages du numérique, en particulier de la téléphonie mobile, comme outil de coordination, d'accès à l'information et d'adaptation, malgré des limites liées aux infrastructures et aux compétences disponibles.

Dans leur ensemble, ces travaux plaident pour des approches interdisciplinaires combinant santé animale, savoirs locaux, innovations techniques et gouvernance territoriale, afin de renforcer la durabilité du pastoralisme et sa reconnaissance dans les politiques publiques et les stratégies de développement.

Les coordinateurs remercient ici l'ensemble des autrices et auteurs pour leurs contributions, ainsi que l'ensemble des acteurs qui participent au bon fonctionnement de notre revue, depuis la gestion des manuscrits, leur évaluation scientifique, leur édition et leur mise en forme.

Coordination : D. Bastianelli, V. Porphyre & P. Holzmüller

Édition en ligne / Online édition

La *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux* est publiée en libre accès, sous licence Creative Commons Attribution 4.0 International. La revue en ligne et les instructions aux auteurs sont disponibles sur la plateforme des revues en accès libre du Cirad : <https://revues.cirad.fr/index.php/remvt/> ISSN (version électronique) : 1951-6711

Comité éditorial / Editorial Committee

Rédacteurs en chef / Editors-in-Chief
Denis Bastianelli, Vincent Porphyre,
Philippe Holzmüller
redaction-remvt@cirad.fr
Rédacteurs associés / Associate editors
Anne Boissière, Christian Corniaux,
Sébastien Delbecq, Guillaume Duteurtre,
Denis Séréno
redaction-remvt@cirad.fr
Secrétaire de rédaction / Editorial assistant
Carmen Renaudeau
production-remvt@cirad.fr

Produit et hébergé par / Hosted and distributed by :

Centre de coopération internationale en recherche
agronomique pour le développement - Cirad
42 rue Scheffer
75116 Paris
France

Directrice de publication / Publishing Director :

Elisabeth Clavier de Saint Martin
Dépôt légal : Février 2026
Maquettiste : jeanmarieforgue@gmail.com
Imprimé en France par :
Imp'Act Imprimerie, 483, Zac des Vautes – 34980
St Gély du Fesc

Photos de couverture / Cover photos :

Simon Taugourdeau, Cirad / Parry-Francin, Imageo

Sommaire / Contents

- 5-14 Diversité dans les systèmes pastoraux : perceptions et pratiques de gestion d'éleveurs ovins du sud de France.** *Diversity in pastoral systems: perceptions and management practices of sheep breeders from Southern France.* C. Rico Lenta, M.O. Nozières-Petit, A. Lauvie, N. Lescureux, M. Salpeteur
- 15-27 Transhumance, ressources et décentralisation : le besoin d'articuler les échelles pour sécuriser les systèmes pastoraux au Sénégal.** *Transhumance, resources, and decentralization: the need to coordinate different levels to secure pastoral systems in Senegal.* B. Ba, J.D. Cesaro
- 29-43 Dynamique spatio-temporelle de l'occupation du sol dans le Nord-Est du Sénégal : de l'analyse diachronique à une modélisation prospective** *Spatio-temporal dynamics of land use in northeastern Senegal: from diachronic analysis to prospective modeling.* A.A. Sall, E. Faye, M. Saqalli
- 45-55 Coordination familiale et adaptation face aux crises : le nouveau rôle du numérique dans la résilience des systèmes d'élevage pastoraux au Sénégal.** *Family coordination and adaptation to crises: the new role of digital technology in the resilience of pastoral livestock systems in Senegal.* M. Moniot, N. Hostiou, S. Ferrari, M.L. Ndiaye, B. Ba, J.D. Cesaro
- 57-65 Pastoralisme et frugalité numérique : évaluation des usages chez les ménages pastoraux au Sénégal.** *Pastoralism and digital frugality: assessing the uses in pastoralist households in Senegal.* S. Ferrari, M. Moniot, B. Ba, A. Asseloka, M.L. Ndiaye, N. Paget, P. Bonnet, J.D. Cesaro
- 67-76 Le lait comme facteur de sécurisation des chameliers en zone périurbaine de N'Djamena au Tchad.** *Milk as a factor in securing the livelihoods of camel breeders in the peri-urban area of N'Djamena in Chad.* M.A. Mahamat Ahmat, C.H. Moulin, M.O. Koussou, G. Duteurtre
- 77-84 Perceptions paysannes de la dynamique des parcours naturels et stratégies d'adaptation dans la vallée du Mandoul au Tchad.** *Farmers' perceptions of the dynamics of natural rangelands and adaptation strategies in the Mandoul valley in Chad.* T.M. Mabilo, A.B. Bechir, A. Mama, K.M. Oundanang, S.A.T. Affossogbe, L.H. Dossa
- 85-94 Typologie et trajectoires des élevages camelins de la région de Ouargla, Sud-Est algérien.** *Typology and trajectories of camel farms in the Ouargla region, south-east Algeria.* A. Abazi, A. Senoussi
- 95-105 Stratégies d'adaptation des élevages bovins sédentaires face à la territorialisation des parcours et aux insuffisances alimentaires au Nord Bénin.** *Adaptation strategies of sedentary cattle farms in the face of territorialization of rangelands and food shortages in northern Benin.* S. Adedigba, R.V.C. Diogo, L.H. Dossa, B.K. Paul
- 107-114 Transhumance transfrontalière du bétail et répartition spatiale de la brucellose en Côte d'Ivoire.** *Cross-border livestock transhumance and spatial distribution of brucellosis in Côte d'Ivoire.* W.D. Oyetola, M. Diéne, K.B. M'Bari, B. Bonfah, R. Bada Alambédji

Diversité dans les systèmes pastoraux : perceptions et pratiques de gestion d'éleveurs ovins du sud de la France

Catalina Rico Lenta ^{1*} Marie-Odile Nozières-Petit ²
Anne Lauvie ² Nicolas Lescureux ³ Matthieu Salpeteur ⁴

Mots-clés

ovin, pastoralisme, conduite d'élevage, race indigène, critère de sélection, connaissance locale, France

OPEN ACCESS

© C. Rico Lenta *et al.*, 2026
published by Cirad



This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC-BY).

Type: Research article

Submitted: 08 September 2025

Accepted: 10 December 2025

Online: 06 February 2026

DOI: 10.19182/remvt.37957

Résumé

Contexte : Dans un contexte de changements globaux et de pressions croissantes sur l'élevage pastoral, la gestion de la diversité animale représente un enjeu central pour la durabilité des systèmes à petits effectifs. Les trois races ovines locales étudiées, toutes menacées, constituent un patrimoine génétique et culturel essentiel dans le sud de la France. **Objectif :** Cet article vise à analyser comment les éleveurs perçoivent, définissent et gèrent la diversité au sein de leurs troupeaux, en articulant critères de sélection, pratiques de conduite et conceptions de la rusticité et des comportements animaux. **Méthodes :** L'étude repose sur une approche ethnographique combinant 17 entretiens semi-directifs et des observations de terrain auprès d'éleveurs engagés dans la conservation et la valorisation de ces races locales. Les données ont été analysées qualitativement afin d'identifier les critères mobilisés dans la gestion de la diversité et leur articulation aux trajectoires des éleveurs et aux conditions d'élevage. **Résultats :** La sélection des reproducteurs repose sur une combinaison de critères zootechniques (conformation, standard de la race), écologiques (adaptation au milieu, comportements, rusticité) et personnels (attachements, préférences individuelles). Ces critères se hiérarchisent selon l'histoire professionnelle, le contexte environnemental et les contraintes socio-économiques des éleveurs. L'analyse met également en évidence le rôle central de la rusticité, considérée comme un construit dynamique façonné par les pratiques de conduite. Enfin, les pratiques de gestion (agnelages, alimentation, mobilité, organisation du troupeau) contribuent elles aussi à structurer la diversité au quotidien. **Conclusions :** L'étude propose une lecture intégrée de la diversité animale articulant savoirs écologiques locaux, perceptions des animaux et pratiques de conduite. Elle montre que la diversité résulte d'une co-construction entre les éleveurs, les animaux et le milieu, et souligne l'importance de reconnaître ces savoirs et pratiques dans les politiques de conservation des races locales.

■ Comment citer cet article : Rico Lenta, C., Nozières-Petit, M.-O., Lauvie, A., Lescureux, N., & Salpeteur, M. (2026). Diversité dans les systèmes pastoraux : perceptions et pratiques de gestion d'éleveurs ovins du sud de la France. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 79, 37957. <https://doi.org/10.19182/remvt.37957>

■ INTRODUCTION

L'érosion de la diversité des animaux domestiques est une préoccupation majeure, soulignée par la FAO (2015) et plusieurs travaux fondateurs (Audiot, 1995 ; Audiot *et al.*, 1983). Face aux changements globaux, tels que les sécheresses prolongées, l'augmentation des événements climatiques extrêmes, la volatilité des prix des produits et des intrants, les pressions foncières et les évolutions des politiques agricoles, la compréhension de la diversité animale apparaît comme un facteur clé de la

résilience des systèmes socio-écologiques (Biggs *et al.*, 2012). La résilience désigne la capacité des systèmes à absorber les perturbations, se réorganiser et, si nécessaire, se transformer (Biggs *et al.*, 2012). L'introduction de races standardisées menace les populations locales, qui sont réputées présenter des capacités d'adaptation aux environnements fluctuants (Köhler-Rollefson *et al.*, 2008 ; Hoffmann, 2008). Cette diversité résulte aussi de contextes socioculturels spécifiques et des liens entre les éleveurs et les animaux (Dumont *et al.*, 2014).

La diversité des systèmes d'élevage contribue à leur productivité et résilience (Dumont *et al.*, 2020). La diversité animale étant reconnue comme un vecteur de transition agroécologique, les pratiques de gestion qui la soutiennent sont révélatrices de conceptions spécifiques des relations aux animaux d'élevage et du rapport à l'environnement (Magne *et al.*, 2019 ; Berkes & Davidson-Hunt, 2010).

Le pastoralisme, marqué par une grande diversité de pratiques et de contextes socio-environnementaux (Nozières-Petit *et al.*, 2021),

1. CONICET, INIBIOMA, Université Nationale du Comahue, Bariloche, Río Negro, Argentina

2. INRAE, UMR 0868 Selmet, Montpellier, France

3. CNRS, UMR 5175 Centre d'Écologie Fonctionnelle et évolutive, Montpellier, France

4. IRD, UMR 208 PALOC, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, France

* Pour la correspondance

Tél. : + 54 911 57 73 70 71 ; e-mail : catalina.rico@comahue-conicet.gob.ar

constitue un terrain d'étude privilégié pour aborder la question de la diversité. En effet, ce mode d'élevage extensif, basé sur l'utilisation de pâturages et de parcours, repose sur des liens étroits entre les populations humaines, les écosystèmes et les animaux (FAO, 2001). Il joue un rôle majeur dans la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité, en relation avec sa capacité d'adaptation à la variabilité environnementale (Krätli, 2021). Les éleveurs pastoraux et leurs familles dépendent de races animales adaptées à leur territoire et aux aléas climatiques, contribuant ainsi au maintien de la diversité des animaux domestiques par la mobilisation de savoir-faire spécifiques (Nozières-Petit *et al.*, 2021).

Cette étude s'intéresse à la perception et à la gestion de la diversité par les éleveurs au sein des systèmes pastoraux, en se concentrant sur le cas de trois races ovines à petits effectifs de l'arrière-pays méditerranéen : la Raïole, la Rouge du Roussillon et la Caussearde des Garrigues (figure 1). Ces races, appréciées pour leur rusticité et leur adaptation aux ressources végétales locales, font l'objet de dispositifs de conservation mis en place par une association d'éleveurs. Le choix de cette étude de cas a permis d'aborder la question de la diversité animale au niveau des troupeaux, tout en soulignant l'importance d'une gestion collective à l'échelle des populations animales pour assurer leur pérennité.

Ainsi, cette recherche explore la gestion de la diversité au sein de troupeaux pastoraux par des éleveurs également concernés par les spécificités des races à petits effectifs. Elle met d'abord en évidence la diversité des situations et des pratiques pastorales dans la région, puis analyse la perception des éleveurs de la diversité au sein de leurs troupeaux, en identifiant les pratiques de gestion mises en œuvre et les motivations sous-jacentes. Pour ce faire, l'étude s'attache à comprendre les termes et concepts propres aux éleveurs pour se référer à la variabilité intra-troupeau. L'analyse porte notamment sur les critères de sélection des reproducteurs et sur les discours autour du comportement et de l'individualité des brebis. Elle permet enfin de poser des hypothèses sur les interrelations entre les différentes dimensions impliquées dans la gestion de la diversité.

■ MATERIEL ET METHODES

Étude de cas

Cette étude repose sur une approche ethnographique, privilégiant les entretiens semi-directifs auprès d'éleveurs des trois races ovines concernées (Raïole, Rouge du Roussillon et Caussearde des Garrigues), membres ou non du collectif de gestion de ces races. En 1994, un groupe d'éleveurs fonde l'Association des éleveurs de brebis Raïole, Caussearde des Garrigues, Rouge du Roussillon pour préserver ces trois races locales alors reconnues comme menacées, avec le soutien du Parc Régional des Grands Causses et du Parc

National des Cévennes. Afin d'accroître les effectifs des animaux et de préserver une variabilité génétique maximale, l'association met en place un programme de conservation, concrétisé par un cahier des charges qui détaille les obligations de ses adhérents en matière de gestion de leurs animaux (Association des Éleveurs de brebis Rouge du Roussillon, Caussearde des Garrigues et Raïoles, s.d.).

Zone d'étude

La zone de notre étude couvrait les départements de l'Hérault et du Gard, englobant divers milieux biophysiques susceptibles d'influencer les pratiques d'élevage. Le territoire se compose de garrigues, correspondant à des formations végétales basses, arbustives et xérophiles, caractéristiques des zones sèches ; de causses, plateaux calcaires à végétation clairsemée ; ainsi que de vallées cévenoles, présentant une végétation plus dense en raison d'une hygrométrie plus élevée. Le climat est de type méditerranéen, défini par des étés chauds et secs et des hivers doux et humides (Daget, 1977).

Collecte et analyse des données

Le travail sur le terrain a été mené entre mars et juin 2021 auprès d'un échantillon de 17 éleveurs (14 hommes et 3 femmes), répartis en différentes tranches d'âge (un de moins de 30 ans, six entre 30 et 50 ans, et dix de plus de 50 ans). La constitution de cet échantillon visait à représenter la diversité des profils d'éleveurs en termes de choix de race, d'appartenance ou non à l'association de gestion des races, d'environnement d'exploitation et de taille du troupeau. Treize d'entre eux sont membres de l'association des trois races, tandis que quatre, bien que ne l'étant plus au moment de l'enquête, l'ont été par le passé. Concernant les races élevées, on compte six éleveurs de Caussearde des Garrigues, huit de Raïole, deux élevant à la fois des Raïoles et des Rouges du Roussillon, et un éleveur de Rouge du Roussillon uniquement. La faible représentation de cette dernière race s'explique par la difficulté d'établir des contacts avec les éleveurs situés à proximité de la zone d'étude.

La collecte des données s'est principalement déroulée sur le terrain, lors de demi-journées ou de journées complètes passées avec les éleveurs pendant la garde de leur troupeau ou sur leur exploitation. Cette immersion a favorisé des discussions approfondies et détendues, permettant d'observer et de participer aux activités quotidiennes. L'observation participante s'est avérée une technique précieuse pour établir le contact et appréhender les pratiques d'élevage en matière de gestion de la diversité, pour certains implicites (Albuquerque *et al.*, 2014). Outre les entretiens formels, des participations à des ateliers de tonte et coutelade (tonte manuelle aux ciseaux, laissant un motif sur le dos de la brebis), des journées de marquage avant la transhumance et une journée de bouclage des agneaux ont enrichi la collecte de données. La participation à des événements de l'association (vente de



Figure 1 : A) brebis Raïole ; B) brebis Rouge du Roussillon ; C) brebis Caussearde des Garrigues (Photo : Catalina Rico Lenta, 2021) /// A) ewe Raïole ; B) ewe Rouge du Roussillon ; C) ewe Caussearde des Garrigues

béliers, inscription d'agnelles, réunion du conseil d'administration) a également contribué à la compréhension du contexte et des enjeux.

L'identification des éleveurs a débuté par un contact avec la présidente de l'association, puis s'est étendue grâce à la méthode « boule de neige », permettant d'atteindre des éleveurs non membres (Albuquerque *et al.*, 2014). Un guide d'entretien semi-directif a été élaboré, en évitant d'évoquer explicitement le terme de « diversité » afin de ne pas orienter les réponses. Les entretiens abordaient l'histoire de vie des éleveurs, leurs pratiques de conduite (alimentation et reproduction), les critères de choix des reproducteurs, la perception du troupeau et leur relation avec l'association. Les entretiens ont été enregistrés à l'aide d'un magnétophone et ont été intégralement retranscrits et codés à l'aide du logiciel QDA Miner Lite (Provalis Research, 2012). L'analyse des données a été qualitative et a consisté en une analyse des discours. Par l'analyse des pratiques discursives individuelles des acteurs sur le terrain, cette technique permet de reconstruire la connaissance collective et de comprendre les logiques, les valeurs et les significations sous-jacentes à leurs expressions (Guber, 2004).

L'anonymat des éleveurs a été assuré par l'usage de pseudonymes qui conservent le genre de la personne interrogée.

■ RESULTATS ET DISCUSSION

Un large éventail d'histoires de vie et de pratiques

Les entretiens ont mis en évidence trois grands profils d'éleveurs aux parcours variés : ceux issus de lignées ovines (10 cas), ceux ayant repris l'exploitation familiale après un autre métier (4 cas) et ceux en reconversion après une expérience professionnelle souvent liée à des études supérieures (3 cas). Sept éleveurs associent l'élevage ovin à d'autres activités agricoles (élevage de vaches, de porcs, viticulture, autres cultures) ou non agricoles (administration publique, enseignement).

Les savoirs d'élevage proviennent de formations formelles (école de berger, formation en gestion d'élevage, études supérieures en agromonie), de la transmission familiale ou de l'apprentissage sur le terrain. L'échange de conseils entre collègues est une pratique courante, bien que certains éleveurs soient plus réticents à partager leurs méthodes. Une connaissance innée du métier, un « sens des brebis », sont évoquées par certains, soulignant une dimension intuitive et profondément incorporée de l'activité d'élevage. L'évolution du métier, notamment la dépendance aux aides publiques et l'accès au foncier, est souvent mentionnée.

Le choix de la race s'appuie sur plusieurs critères, dont la rusticité, systématiquement mise en avant par les éleveurs. Celle-ci désigne la capacité des animaux à faire face aux contraintes du milieu, tant climatiques qu'alimentaires. Il s'agit d'une notion complexe et multidimensionnelle, que Vallerand (1988) définit comme « l'ensemble des qualités qui permettent à un système ouvert animal de maîtriser les variations du milieu ». Elle implique également une forme de robustesse, entendue comme la capacité à maintenir des performances acceptables dans un environnement fluctuant (Casabianca, 2011). Cette robustesse résulte à la fois de déterminants génétiques et d'apprentissages façonnés par les conditions d'élevage, soulignant que la rusticité émerge de l'articulation entre les caractéristiques propres à l'animal et le système dans lequel il évolue (Hubert, 2011). À cet égard, la Raïole est souvent considérée comme la plus rustique par ceux qui l'élevent. L'attachement à l'origine locale des races et à leur adaptation au territoire est également un facteur important, certains éleveurs soulignant la dimension patrimoniale et culturelle de leur choix. Pour d'autres, le choix de la race a été dicté par les circonstances de leur installation ou par un coup de cœur personnel.

La taille des troupeaux varie considérablement, d'une centaine à plus de 600 brebis mères. Les plus grands troupeaux, de race Caussenarde,

bénéficient de surfaces de pâturage plus vastes. La présence de moutons (mâles castrés) est variable : certains éleveurs n'en élèvent pas, les jugeant inutiles, tandis que d'autres les apprécient pour leur esthétique ou leur rôle lors de la transhumance, ou encore comme source de production, notamment de viande ou, plus rarement, de laine. L'élevage de chèvres est également pratiqué par 11 des enquêtés, tant pour l'alimentation des agneaux et la production fromagère que pour leur contribution à la conduite et à la dynamique du troupeau.

L'agnelage, réalisé soit au printemps (février-avril) soit en automne (septembre-octobre), varie selon la disponibilité des ressources, des prix du marché ou de contraintes personnelles. La plupart des éleveurs privilégient les agneaux simples, considérant les portées doubles comme plus exigeantes en travail et en ressources. La conduite des agnelles est déterminante pour leur transmettre les savoir-faire nécessaires à la vie en troupeau. Enfin, les critères de réforme sont de deux ordres : certains éleveurs fixent un âge limite (9 cas), tandis que d'autres se basent sur l'état sanitaire des animaux (8 cas).

Les systèmes d'alimentation se divisent entre un système de plein air intégral, adopté par trois éleveurs, et un système plus courant, associant pâturage, bergerie et complémentation alimentaire. Les partisans du plein air intégral mettent en avant les avantages économiques et sanitaires de cette méthode, tandis que les autres soulignent l'importance des soins et de l'attention apportés aux animaux en bergerie.

La transhumance, pratique emblématique de la région, structure profondément l'année pastorale et l'organisation du travail. Ne se limitant pas aux déplacements d'animaux, elle implique des pratiques spécifiques, telles que le marquage des animaux et la tonte traditionnelle à la coutelade. La transhumance est avant tout un acte social et culturel. Que ce soit à pied ou en transport routier, elle nécessite des relations interpersonnelles et des négociations pour les étapes et les passages. Elle implique également la gestion collective ou individuelle des estives, souvent à travers des groupements pastoraux qui coordonnent l'accès aux ressources et la surveillance des troupeaux. Cette pratique exige par ailleurs une connaissance fine, du territoire et des itinéraires, par les animaux eux-mêmes, qui sont souvent conduits sur les mêmes parcours génération après génération, développant ainsi une mémoire collective et une adaptation comportementale au milieu (Brisbarre, 1978 ; Ambassadeurs du patrimoine mondial des Causses et Cévennes, 2015).

Les pratiques de commercialisation des agneaux se déclinent en deux modalités principales : la vente en circuits courts, et la vente en lots de grande taille d'agneaux plus jeunes aux coopératives, notamment celle de l'Aveyron. Ainsi, cinq éleveurs privilégient cette dernière, cédant leurs agneaux entre un mois et demi et trois mois, à un poids de 15 à 18 kg. La voie coopérative est également utilisée pour la vente des animaux de réforme. La vente en circuits courts, pratiquée par cinq autres éleveurs, cible des magasins, des restaurants ou des particuliers, avec des agneaux vendus entre trois mois et un an. Bien que plus rentable, cette méthode implique une charge de travail accrue (abattage, découpe, emballage, conservation). Trois de ces éleveurs, pratiquant également le plein air intégral, transforment une partie de leur production en saucisses ou viande hachée. Sept éleveurs adoptent une approche mixte, combinant vente en circuits longs et vente en circuits courts. Ces différentes modalités de vente impactent la conduite des jeunes animaux et la composition en âge des troupeaux. D'autres produits sont commercialisés, comme le fumier (par les éleveurs possédant une bergerie) et, plus rarement, la laine. Au sein de l'association, un projet de valorisation de la laine, « Raïolaine », était en suspens au moment de l'enquête à la suite de conflits internes venant s'ajouter au contexte sanitaire. Un seul des éleveurs rencontrés continue de commercialiser des produits dérivés de la laine et effectue une sélection des animaux en fonction de ses caractéristiques.

Pour appuyer cette description qualitative des profils et trajectoires, le tableau I synthétise les principales variables qui structurent les situations des éleveurs enquêtés, en précisant leurs définitions, les niveaux observés et la proportion d'éleveurs concernés. Cette description des modalités plurielles dans lesquelles l'activité est développée met en évidence la diversité des profils et des pratiques des éleveurs. Cette diversité permet de contextualiser l'analyse des critères de sélection et des conceptions de la diversité qui suivra.

Critères de sélection des reproducteurs

Un aspect central de la gestion de la diversité au sein des troupeaux et entre eux réside dans les critères employés par les éleveurs pour sélectionner les reproducteurs, tant mâles (bélriers) que femelles (brebis). Une distinction est faite entre la sélection des femelles, généralement issues des agnelles nées au sein de l'exploitation, et celle des mâles, qui peuvent être achetés auprès d'autres éleveurs, notamment par l'intermédiaire de l'association, ou choisis parmi les agneaux nés sur place.

Pour les éleveurs adhérents, l'association joue un rôle structurant dans ces choix, puisqu'elle encadre les pratiques par un ensemble de règles communes et organise des ventes de bélriers issus d'un processus de sélection rigoureux. Ces mâles sont repérés assez tôt sur des critères comme leur croissance sous la mère et leur conformation. Ils sont ensuite génotypés dans le cadre du programme « tremblante » avant d'intégrer le centre d'élevage. L'association impose également des règles strictes, notamment concernant la provenance et la durée d'utilisation des reproducteurs mâles, afin de limiter la consanguinité et de maintenir la diversité génétique de la race. Les membres doivent acheter des bélriers certifiés et ne pas les garder plus de deux ans, règle contestée par certains non-adhérents qui préfèrent conserver leurs propres mâles ou pratiquer des croisements. L'accès à la prime pour les races menacées est conditionné par l'adhésion à l'association et peut constituer un motif d'adhésion. Au sein de l'association, le degré d'implication va de simple adhérent à celui de membre actif

participant à l'organisation des ventes, à la gestion du centre de bélriers ou aux commissions d'inscription des agnelles.

Des tensions apparaissent entre membres « historiques » et plus jeunes quant au niveau d'engagement et la transmission des savoirs sur les pratiques d'élevage. Les premiers souhaitent maintenir les pratiques établies et un niveau d'engagement élevé de la part de tous, tandis que les plus jeunes, souvent porteurs d'idées nouvelles ou de trajectoires d'installation différentes, remettent en question certaines routines ou modes de fonctionnement jugés trop rigides. Le suivi de l'ascendance, via des cartes d'agnelage et des tests génétiques, fait débat, certains le jugeant trop coûteux en temps et en effort. Ces divergences, bien que sources de frictions, participent néanmoins à l'évolution des pratiques collectives et à la redéfinition des formes d'implication au sein de l'association.

Pour le choix des bélriers, le critère primordial et le plus fréquemment évoqué est la conformation, étroitement liée aux objectifs de valorisation commerciale des agneaux. L'objectif est que les bélriers contribuent à obtenir de « bons agneaux » atteignant le poids souhaité à la vente. Ce critère, de nature zootechnique, se concentre sur la morphologie de l'animal, recherchant des caractéristiques telles que « de beaux gigots et de grosses épaules » (Arthur). La sélection des bélriers est moins contrôlée, notamment en raison du tirage au sort lors des ventes (Arnaud : « La sélection je la fais surtout sur mes agnelles... Les bélriers, on n'a pas trop le choix »). L'acquisition de bélriers provenant d'autres élevages se justifie par la nécessité d'éviter la consanguinité et, dans certains cas, par la recherche d'animaux adaptés à des systèmes d'élevage similaires (Laura : « C'est important de faire attention à l'élevage d'origine, comme ça on a du renouvellement »). Certains éleveurs, principalement en race Caussenarde et extérieurs à l'association, disent utiliser leurs propres bélriers, arguant un meilleur contrôle sur les caractéristiques recherchées sans relever de problème de consanguinité.

Pour les agnelles, presque tous mentionnent les critères de standard de la race et de conformation, mais avec des niveaux de priorité

Tableau I : Variables descriptives des éleveurs enquêtés, avec leur définition, les niveaux possibles et la proportion d'éleveurs concernés entre parenthèses (N = 17) /// Descriptive variables for the farmers surveyed, with their definition, possible levels, and the proportion of farmers concerned in parentheses (N = 17)

Variable	Définition	Niveaux possibles et proportion des éleveurs concernés			
Race*	Race(s) présente(s) dans le troupeau	Caussenarde des Garrigues (35 %)	Rouge de Roussillon (5 %)	Rouge de Roussillon et Raïole (12 %)	Raïole (48 %)
Taille troupeau	Nombre de brebis mères	Moins de 200 (41 %)	Entre 200 et 400 (41 %)	Plus de 400 (18 %)	-
Ancienneté dans métier	Ancienneté dans le rapport avec l'élevage	Autre métier précédent – pas de contact antérieur avec le métier (18 %)	Autre métier précédent – reprise de l'exploitation familiale (24 %)	Élevage comme seul métier dans sa vie (58 %)	-
Association	Adhésion ou non-adhésion à l'association	Non-adhésion (24 %)		Adhésion (76 %)	-
Type de système	Degré d'utilisation de la bergerie	Absence de bergerie – plein air intégral (18 %)	Utilisation occasionnelle de la bergerie (5 %)	Utilisation quotidienne de la bergerie (77 %)	-
Complémentation	Proportion d'alimentation à partir de ressources cultivées	Absence de complémentation (18 %)	Alimentation avec du foin – à des périodes spécifiques de l'année (35 %)	Alimentation avec du foin et d'autres compléments – pendant la plupart de l'année (36 %)	-
Commerce	Type de stratégie de commercialisation	Uniquement des ventes aux coopératives (29 %)	Ventes directes et ventes en circuits courts (35 %)	Uniquement des ventes en circuits courts (47 %)	-

variables. Le premier ensemble de critères correspond au « critère de standard racial », c'est-à-dire la conformité de l'animal aux caractéristiques phénotypiques considérées comme typiques de la race. Ce critère zootechnique vise à maintenir la pureté raciale et se concentre sur l'observation de l'agnelle, de sa mère et des caractéristiques de sa lignée (Nicolas : « Pour moi, le plus important... il faut que ça respecte absolument le standard Raïole : une bête qui soit assez équilibrée en termes de charpente, ni trop longue, ni trop courte, qui soit assez trapue, des pattes plutôt fortes... »). Un second ensemble correspond au « critère de conformation », défini comme l'attention portée à une morphologie fonctionnelle et à une croissance rapide, interprétées comme des indicateurs de bonne santé et de potentiel productif. Ce critère zootechnique se concentre davantage sur les performances attendues de l'animal que sur son apparence strictement raciale (Adrian : « Après ça, qu'elles poussent le plus vite, parce que la mère a beaucoup de lait, et qu'elles soient bien conformées : les épaules devant, pas trop pointues »).

Un autre critère fréquemment mobilisé est le « critère d'exploration du milieu », qui désigne la capacité des animaux à exploiter les ressources disponibles et à s'adapter aux variations environnementales. Ce critère, profondément ancré dans les connaissances écologiques locales des éleveurs (Berkes *et al.*, 2000), reflète une préoccupation pour la rusticité et l'autonomie de l'animal, souvent dissociée d'une pure logique zootechnique.

Ensuite, les éleveurs accordent également de l'importance aux « critères de qualité maternelle », entendus comme la production de lait adéquate et les soins attentifs apportés aux agneaux. Au-delà de ces aspects directement liés à la production, le tempérament et le comportement de l'animal sont également pris en compte : l'interaction avec l'éleveur et la capacité à s'intégrer harmonieusement au sein du troupeau. Ces critères, relevant de l'éthologie, témoignent de l'importance du comportement animal dans le développement et la sélection des jeunes. Bien que la sélection comportementale ne soit pas toujours explicitement revendiquée par la plupart des éleveurs,

certaines comportements sont manifestement pris en considération : les agnelles ayant tendance à s'éloigner du groupe ou à être jugées « folles ou sauvages » sont souvent écartées. De même, l'attachement à certaines brebis familières influence la sélection de leurs filles, suggérant que des traits de tempérament désirables sont recherchés et transmis au sein des lignées.

L'intégration de critères plus subjectifs – que nous regroupons sous l'appellation de « critères personnels » – tels que des motivations affectives (Guillaume : « c'est la fille d'une brebis que j'aime beaucoup ») ou des préférences individuelles (« profil de bête préférée »), ajoute au processus de sélection une dimension difficilement objectivable et souvent ignorée par les approches technicistes. Par critères personnels, nous entendons des critères fondés sur l'expérience sensible et relationnelle de l'éleveur, mobilisant des jugements incorporés, des attachements et des préférences façonnées par l'histoire partagée avec les animaux et par l'inscription dans un milieu donné.

L'affectivité s'inscrit dans une relation de connaissance intime et située avec l'animal. Par « située », on entend une forme de savoir ancrée dans l'expérience quotidienne, corporelle et relationnelle de l'éleveur avec ses animaux, façonnée par l'attention aux individualités et l'inscription dans un milieu spécifique (Ingold, 2000). Cette perspective rejoint également les travaux de Haraway (1988), pour qui tout savoir est nécessairement situé, c'est-à-dire produit depuis une position incarnée, relationnelle et donc toujours partielle, mais non pour autant moins pertinente. Le choix de conserver une lignée peut ainsi s'appuyer sur une évaluation empirique nourrie par l'observation à long terme de ses performances dans un environnement donné, mais aussi sur une histoire relationnelle singulière avec certains individus. Cette dimension affective fait écho aux réflexions de Porcher (2001, 2015) et Fiorelli *et al.* (2012) sur le rôle des émotions et des relations homme-animal dans le travail d'élevage.

L'analyse croisée des critères (tableau II) révèle une hétérogénéité marquée dans les stratégies de sélection, confirmant l'absence de

Tableau II : Matrice d'importance des critères de sélection. Chaque ligne correspond à un éleveur enquêté et précise la race présente sur l'exploitation. Les valeurs numériques et le code couleur associé indiquent le niveau de priorité accordé à chaque critère : 0 = critère non mentionné ; 1 = critère mentionné mais secondaire ; 2 = critère jugé prioritaire /// *Matrix showing the importance of selection criteria. Each row corresponds to a farmer surveyed and specifies the breed present on the farm. The numerical values and associated color code indicate the level of priority given to each criterion: 0 = criterion not mentioned; 1 = criterion mentioned but secondary; 2 = criterion considered a priority*

Race(s)	Standard	Conformation	Personnel	Exploration du milieu	Qualité maternelle
Caussearde	2	1	1	0	0
Caussearde	2	1	2	0	0
Caussearde	2	1	0	1	0
Caussearde	2	1	1	1	0
Caussearde	1	2	0	1	1
Caussearde	0	2	0	0	0
Rouge	2	2	0	1	0
Rouge et Raïole	0	2	2	0	0
Rouge et Raïole	0	2	2	0	1
Raïole	2	1	0	1	0
Raïole	0	2	0	1	2
Raïole	0	1	2	0	0
Raïole	1	1	2	0	2
Raïole	0	0	2	2	1
Raïole	0	1	0	2	2
Raïole	0	0	2	2	2
Raïole	0	1	1	2	2

consensus unique sur l'animal idéal. La conformation apparaît comme le critère le plus transversal, mentionné par la quasi-totalité des éleveurs. À l'opposé, une polarisation s'observe entre deux logiques distinctes. D'un côté, le standard racial est prioritaire pour six éleveurs, principalement en race Caussenarde, qui tendent corrélativement à accorder moins d'importance aux qualités maternelles. De l'autre, un profil « fonctionnel » se dégage nettement chez les éleveurs de Raïole : ces derniers privilégient l'exploration du milieu (prioritaire pour quatre d'entre eux) et le comportement maternel (prioritaire pour cinq), souvent au détriment du standard de la race. Enfin, la dimension subjective s'avère structurante : les critères personnels sont mobilisés par dix éleveurs et constituent une priorité pour sept d'entre eux, toutes races confondues. Cette prévalence, supérieure à celle de nombreux critères techniques, valide quantitativement l'importance de la relation affective et du savoir situé dans les décisions de gestion.

La diversité des critères de sélection révèle des conceptions de l'élevage qui dépassent la seule logique de performance zootechnique. La tension observée entre critères standardisés (conformation, standard de la race) et considérations plus contextuelles (adaptation au milieu, qualité maternelle, préférence subjective) souligne l'enchevêtrement de rationalités à l'œuvre dans les choix des éleveurs (Perucho *et al.*, 2019 ; Fiorelli *et al.*, 2012). Ces rationalités reposent sur des compétences pratiques et sensibles, nourries par les connaissances écologiques locales (Berkes *et al.*, 2000) – des savoirs ancrés dans le territoire, issus de l'expérience et de l'observation fine. Les éleveurs mobilisent ces connaissances pour évaluer l'exploration du milieu, la résistance à la sécheresse ou les capacités maternelles, autant de critères qui échappent aux dispositifs classiques d'évaluation. Ces savoirs constituent une base essentielle pour l'adaptation locale et la gestion durable des ressources (González-Insuasti & Caballero, 2007 ; Mummed, 2019).

L'intégration des préférences subjectives dans les critères de sélection, à l'image du « profil de bête préférée », loin d'être une fantaisie, révèle également une forme d'expertise. Ces préférences expriment une vision holistique de l'animal idéal, fruit d'une expérience concrète et d'une compréhension globale des contraintes et des ressources spécifiques de l'exploitation. Elles agrègent des éléments morphologiques, comportementaux et écologiques qui transcendent les évaluations zootechniques standardisées. Ainsi, la sélection des reproducteurs s'avère un processus dynamique et multidimensionnel, où s'entremêlent objectifs techniques, impératifs écologiques, liens affectifs et savoirs locaux. Cette complexité invite à reconnaître la légitimité et la complémentarité des rationalités à l'œuvre chez les éleveurs (Fiorelli *et al.*, 2012 ; Magne *et al.*, 2019). En définitive, la tension entre critères normés et expérimentaux souligne la nécessité d'une approche holistique pour appréhender la gestion de la diversité, un facteur clé de résilience (Biggs *et al.*, 2012), et intrinsèquement liée aux pratiques et aux représentations des acteurs qui la façonnent.

Comportement et rusticité, deux dimensions essentielles dans la perception et la gestion de la diversité intra-troupeau

Les discours des éleveurs concernant le comportement et la rusticité de leurs brebis révèlent plusieurs perceptions de la diversité. Ils distinguent les brebis familières, les plus « gourmandes » et celles qui se situent en tête ou en queue du troupeau (meneuses et retardataires). Ils mentionnent également les brebis au comportement « insolite » ou « problématique » (celles qui s'éloignent du troupeau ou causent des difficultés).

L'apprentissage, notamment des jeunes brebis auprès des plus expérimentées, est central. Le premier agnelage révèle le caractère de chaque brebis (François : « On en remarque des brebis qui, surtout quand elles sont jeunes, sont plus sauvages, électriques. Après quand

elles ont mis bas une fois, qu'on les nourrit, qu'on les garde, après elles se familiarisent un peu plus » et Mathieu : « Les différences, ça se voit au moment de l'agnelage : tu as des brebis qui suivent n'importe où, pour les mettre dans le casier, si tu montes un escalier, elles vont te suivre... Tandis qu'il y a d'autres qui s'enfuient, qui sont complètement dingues, mais deux jours après, complètement fini. Ça c'est un comportement, on dirait, spécifique »). L'apprentissage est même perçu comme réciproque entre les brebis et le berger (Arnaud : « Il y a un apprentissage comme ça du troupeau : elles ont l'habitude, elles connaissent parfaitement le terrain. Les jeunes apprennent des vieilles, les bergers apprennent des vieilles... Quand mon père est décédé, il y avait des endroits que je ne savais pas comment il fallait garder en fait, des endroits où on ne va pas souvent, c'est loin... On y va quand il fait vraiment froid... La première fois que j'y suis allé, les brebis m'ont montré où il fallait passer »). Ces récits rejoignent les analyses de Despret et Meuret (2016), qui décrivent l'élevage comme un art de « composer avec les moutons » : un travail relationnel et sensible dans lequel humains et ovins apprennent ensemble à habiter et parcourir un territoire, en développant des formes partagées d'attention, de mémoire et d'intelligence pratique. Loin d'une vision technique de l'élevage, ces situations donnent à voir une co-construction des savoirs fondée sur la réciprocité et l'ajustement mutuel.

Concernant la perception de l'individualité des brebis dans le groupe, deux positions contrastées émergent naturellement dans les discours : certains éleveurs considèrent chaque brebis comme unique, avec un caractère et des caractéristiques physiques propres (Nicolas : « Comment je le vois ? [les différents caractères des brebis] Bon, comme je vois qu'il y a des personnes différentes avec des caractères différents »). Ces éleveurs expriment également un intérêt pour la conservation de l'hétérogénéité au sein de leur troupeau. En revanche, d'autres estiment que toutes les brebis se ressemblent, reconnaissant seulement des différences mineures.

Une troisième catégorie d'éleveurs évoque les différences entre troupeaux, en distinguant des « personnalités de troupeau », reconnaissant ces différences, mais éprouvant des difficultés à les exprimer (Thibault : « Je pense que chaque éleveur, et c'est ça qui est compliqué, chaque éleveur a son profil de Raïole : quand on va d'un élevage à l'autre, on voit des variations, on dit "c'est des Raïoles, mais ce n'est pas tout à fait la mienne" »).

Bien que rechercher l'homogénéité du bétail, en particulier des ovins, puisse simplifier les pratiques de gestion et potentiellement conduire à des résultats de production plus prévisibles, elle comporte également le risque d'une vulnérabilité accrue aux changements environnementaux, aux épidémies ou aux fluctuations du marché. Un troupeau homogène peut manquer de la diversité nécessaire pour s'adapter à des aléas. Inversement, l'hétérogénéité peut favoriser la résilience du troupeau. Un groupe plus diversifié peut posséder une plus large gamme de traits, permettant à certains individus de prospérer dans des conditions qui pourraient impacter négativement d'autres (Nozières-Petit & Moulin, 2021). Ces auteurs, entre autres, soulignent que l'appréciation de l'homogénéité versus l'hétérogénéité se fait sur une pluralité de critères, qui dépassent la seule conformité génétique. Par exemple, les éleveurs peuvent exploiter cette hétérogénéité dans leurs stratégies de mise en marché des produits, en proposant des agneaux de poids, de conformation et de saisonnalité variés pour répondre à diverses demandes des acheteurs ou consommateurs. Cependant, la gestion d'un troupeau hétérogène peut être plus complexe, exigeant une plus grande attention aux besoins individuels des animaux. Ainsi, l'équilibre à trouver est celui entre une approche visant l'homogénéité du troupeau et une approche valorisant l'hétérogénéité, selon l'environnement d'élevage, les objectifs de l'éleveur et les conditions du marché.

Concernant l'influence des pratiques sur le comportement, certains éleveurs estiment que le comportement des brebis est conditionné par les pratiques du berger (François : « Il y a des différences, mais après le troupeau c'est un ensemble de brebis qui est gardé, guidé... C'est un troupeau discipliné, qui obéit... tout ça on le retrouve dans un troupeau où il y a un berger qui s'en occupe tout le temps. Ça c'est très très important », Mathieu : « D'abord, elles ont faim, elles veulent manger pour faire du lait pour leur agneau, et après elles s'occupent de l'agneau. Les brebis, elles savent que je suis là pour contrôler que tout se passe bien ; si je ne serais pas là, elles ne se comporteraient pas comme ça, ça s'appelle la domestication. » et Martin : « Le troupeau n'est pas grand, elles sont toujours avec moi... forcément un petit troupeau comme ça s'habitue à moi... Après chacun a sa façon de faire, des éleveurs qui les laissent faire, ont des brebis plus sauvages... Ça dépend de l'endroit aussi, ici on est au bord du village, les brebis voient du monde »).

Quant à la rusticité, deux positions s'opposent : certains la considèrent comme une qualité intrinsèque de la race, préservée par la sélection selon les standards : Nicolas « [...] dans la sélection de la race il y a d'autres choses que les critères physiques, il y a aussi les critères... Pas de comportements, mais des aptitudes à se démerder dans des endroits comme ça, et sur la conduite, c'est-à-dire, elles sont capables d'absorber des périodes de disette [...] » ; et Martin « La race est orientée ainsi, on ne doit pas chercher la rusticité parce que c'est déjà comme ça. [...] Il y a quelques races qui la perdent parce qu'ils cherchent plutôt de l'intensif. Nous, naturellement, on a la rusticité dans nos systèmes, on ne la cherche pas parce qu'elle est là. ».

D'autres estiment que la rusticité se construit par les pratiques de gestion et peut être perdue si les animaux sont trop complémentés (Arthur : « C'est la façon de mener le troupeau toute l'année qui amène de la rusticité des brebis : si on donne à manger tous les jours, la rusticité petit à petit s'en va... [Que faut-il faire pour éviter qu'elle se perde ?] Ne pas donner à manger, qu'elles mangent dehors »). En ce sens, la rusticité ne relève pas uniquement d'une génétique de race, mais résulte d'une co-construction entre les animaux, les éleveurs et le milieu (Krätli & Schareika, 2010). Des travaux sur la rusticité soulignent également sa dimension systémique : elle émerge de l'interaction entre les caractéristiques intrinsèques de l'animal, les conditions environnementales et les modes de conduite du troupeau (Casabianca, 2011 ; Hubert, 2011). Dans cette perspective, les systèmes d'élevage en plein air intégral, la gestion alimentaire minimale et l'expérience de la transhumance apparaissent comme autant de pratiques susceptibles de renforcer cette qualité, souvent décrite comme essentielle à la survie et à l'autonomie des brebis.

Hypothèses sur la structuration de la notion de diversité

Cette section propose des hypothèses sur les liens complexes qui unissent les pratiques de gestion des troupeaux, les histoires de vie des éleveurs, leurs discours sur le comportement et la rusticité des animaux, et leur perception et gestion de la diversité. L'analyse des entretiens révèle un réseau d'influences mutuelles et de facteurs interdépendants autour de la notion de diversité. Les conceptions des éleveurs sur la diversité (caractères individuels, « personnalités de troupeau », homogénéité recherchée) orientent leurs choix de gestion. En retour, les résultats et les apprentissages issus de ces pratiques modulent et enrichissent leur compréhension de la diversité, créant une boucle de rétroaction. Par exemple, les éleveurs qui valorisent l'hétérogénéité dans leur troupeau adoptent des pratiques de sélection moins strictes vis-à-vis du standard racial, ce qui, en favorisant la diversité, peut ensuite confirmer leur appréciation de cette dernière par l'observation de ses bénéfices concrets. Inversement, la recherche d'homogénéité se traduit par des critères plus standardisés, et les

expériences vécues dans cette voie renforcent la perception de la pertinence de ces critères et de ce mode de gestion du troupeau.

La race élevée et la taille du troupeau apparaissent comme des éléments structurants de la notion de diversité. Les éleveurs travaillant avec la même race et des effectifs similaires tendent à adopter des pratiques comparables et à partager des représentations communes. Par exemple, les éleveurs de Raïole semblent accorder plus d'importance aux critères d'exploration du milieu et au comportement maternel, tandis que les éleveurs de Causse narde se montrent plus attachés au respect du standard de la race.

La taille du troupeau peut également influencer la perception de la diversité individuelle : dans les petits troupeaux, chaque animal est plus facilement individualisé, favorisant une connaissance fine de ses traits distinctifs. En revanche, dans les grands troupeaux, bien que l'individualisation reste possible pour certaines bêtes, une perception plus globale de la diversité peut émerger, se manifestant parfois par une « personnalité » ou des dynamiques spécifiques au troupeau dans son ensemble. Cette « personnalité de troupeau » renvoie davantage aux comportements collectifs, aux réactions face au milieu ou aux habitudes de déplacement du groupe, plutôt qu'à une agrégation des individualités. Elle n'est donc pas nécessairement liée à la taille, mais plutôt à l'observation de caractéristiques propres à l'entité « troupeau » elle-même.

Le choix du système d'élevage (plein air intégral ou avec bergerie) et le niveau de complémentation alimentaire apparaissent étroitement liés à l'histoire de vie des éleveurs, notamment leur niveau d'éducation, leur expérience professionnelle antérieure et leur date d'installation. La date d'installation apparaît comme un facteur structurant : les éleveurs installés plus récemment adoptent plus fréquemment des systèmes en plein air intégral, avec une complémentation réduite. Beaucoup d'entre eux proviennent d'une reconversion professionnelle et présentent un niveau d'études plus élevé, ce qui peut également influencer leur vision plus « extensive » de l'élevage.

Parallèlement, les conditions environnementales, notamment les caractéristiques et la disponibilité des pâturages ainsi que la topographie des sites de garde, influencent directement les critères de sélection. Dans les zones aux ressources plus limitées ou aux conditions plus difficiles (par exemple, des terrains accidentés ou une végétation pauvre), les éleveurs privilégient des animaux capables d'explorer efficacement le milieu et dotés d'un bon comportement maternel, assurant ainsi la survie des agneaux.

Dans ce contexte, la possibilité que les nouveaux installés exploitent plus souvent des parcelles exigeantes trouve un appui dans la littérature. En France, les néo-installés ou Hors Cadre Familial rencontrent en effet des difficultés d'accès au foncier, accédant prioritairement à des terres morcelées, moins fertiles ou éloignées, souvent associées à une moindre capacité d'investissement (Bertolozzi-Caredio *et al.*, 2020 ; Korthals Altes, 2023). Ces contraintes orientent habituellement leurs choix vers des systèmes extensifs et rustiques, valorisant l'autonomie fourragère et la gestion de milieux naturels (Vizuete *et al.*, 2024). Inversement, dans les zones plus favorables où les ressources sont abondantes, les critères liés au standard de la race et à la conformation peuvent prendre davantage d'importance, reflétant une orientation vers des performances zootechniques classiques, telles que la croissance, la conformation ou la prolificité.

Le contexte socio-économique global et le moment de l'installation des éleveurs influencent également leur vision du métier et leurs pratiques. Les éleveurs installés à des périodes différentes peuvent avoir des perspectives divergentes sur les enjeux de l'élevage, les priorités en matière de production et la place de la diversité. Ainsi, les éleveurs installés dans un contexte plus ouvert à la valorisation des produits

locaux et des circuits courts peuvent être plus enclins à valoriser la diversité des races et des pratiques.

Par ailleurs, l'appartenance à l'Association d'éleveurs des trois races influence les pratiques et la gestion de la diversité, notamment sur le plan de la gestion de la variabilité génétique. L'association, par ses règles de gestion des ressources génétiques et de lutte contre la consanguinité, contribue à structurer la diversité génétique des troupeaux (et de la population animale). Les éleveurs non membres, en s'affranchissant de ces règles, peuvent adopter des stratégies de sélection différentes, même si cette distinction n'est pas toujours nette dans les faits : certains éleveurs non membres peuvent acquérir des reproducteurs auprès d'éleveurs adhérents – ce qui leur fait indirectement bénéficier du travail de gestion génétique mené par l'association. Ils peuvent par ailleurs orienter leur sélection vers des critères plus personnels ou adaptés à leurs propres objectifs de production. Cependant, les données recueillies ne permettent pas d'établir la fréquence ou l'ampleur de ces échanges.

Pour synthétiser l'ensemble des résultats et proposer une lecture intégrée des dynamiques observées, nous présentons ci-dessous un schéma conceptuel (figure 2) illustrant la manière dont les différentes dimensions – contextuelles, structurelles et décisionnelles – s'articulent pour façonner la diversité du troupeau dans les systèmes pastoraux étudiés.

■ CONCLUSION

Cette étude ethnographique explore la perception et la gestion de la diversité animale chez des éleveurs de trois races ovines à petits effectifs en arrière-pays méditerranéen. L'analyse des discours a révélé que la notion de diversité est structurée par une interaction complexe de facteurs, incluant l'histoire de vie des éleveurs, les caractéristiques de leurs exploitations (race, système d'élevage, taille du troupeau), et le contexte socio-écologique. Au-delà d'une vision purement zootechnique, les pratiques de gestion et les critères de sélection des reproducteurs intègrent des dimensions affectives et l'adaptation au milieu. Cette pluralité de critères, allant du standard de la race aux préférences personnelles en passant par le comportement maternel et l'exploration du milieu, reflète des conceptions diversifiées de l'élevage et met en évidence les arbitrages que les éleveurs opèrent entre des

registres décisionnels parfois divergents – conformité au standard, adaptation des animaux et subjectivité du jugement.

L'étude souligne également l'influence des perceptions et choix de conduite technique sur le comportement des animaux et leur rusticité, ainsi que le rôle de l'association d'éleveurs dans la gestion des ressources génétiques. Enfin, elle souligne que les transformations du métier ne prennent pas la forme d'une rupture entre savoirs « traditionnels » et innovations récentes, mais plutôt d'une recomposition interne du registre domestique – où des savoirs situés, issus de l'expérience s'articulent avec des outils et des exigences plus formalisées sans les remplacer (Vallerand *et al.*, 1994). Les éleveurs mobilisent une diversité de repères, issus à la fois de l'expérience, de l'observation quotidienne, des dynamiques collectives et des injonctions institutionnelles, pour ajuster leurs choix techniques et leurs critères de sélection à des réalités écologiques, économiques et sociales en mutation. Cette capacité d'ajustement et de recomposition des savoirs est un indicateur clé de la résilience des systèmes pastoraux, non seulement en termes de résistance et de récupération face aux perturbations, mais aussi de leur aptitude à se transformer. La tension observée entre les profils de « jeunes » éleveurs, souvent issus d'une reconversion et porteurs de nouvelles approches, et les « anciens », attachés aux pratiques établies et à un fort niveau d'engagement collectif, révèle des visions parfois divergentes du métier et du rôle de l'association. Si ces différences génèrent des frictions, elles constituent également un moteur potentiel de transformation, en ouvrant la voie à des ajustements organisationnels et à l'émergence de nouvelles trajectoires adaptatives pour le pastoralisme méditerranéen.

Remerciements

Cette étude n'aurait pas été possible sans la généreuse participation des éleveurs qui m'ont accueillie durant le travail de terrain. Leur disponibilité, ainsi que le partage de leur savoir-faire, de leur passion et des valeurs qui animent leur métier, ont été essentiels à la réalisation de ce travail.

Financement

Nous remercions l'Agence Nationale de la Recherche (ANR) pour son financement du projet *Pastoral practices and domestic animal*

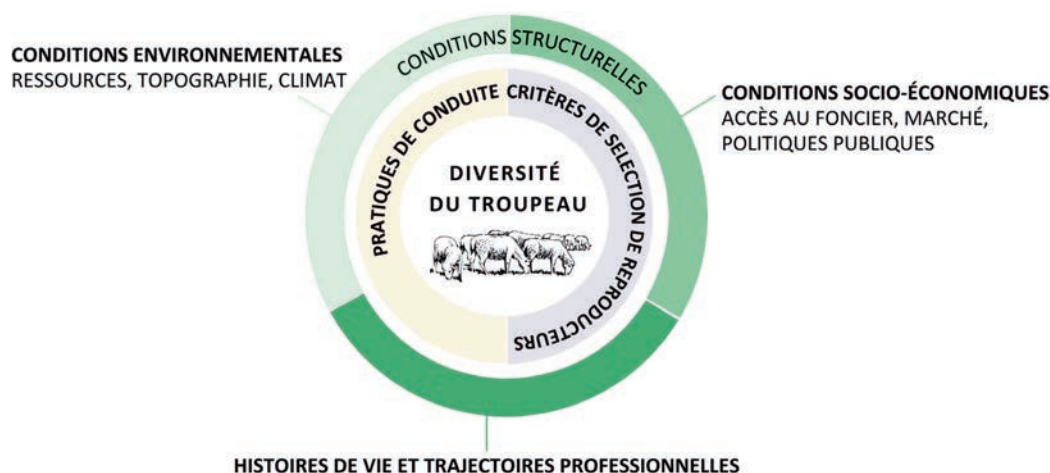


Figure 2 : Schéma conceptuel de structuration de la diversité du troupeau. Ce modèle représente l'articulation entre trois niveaux d'influence : (1) les conditions contextuelles qui encadrent l'activité d'élevage ; (2) les pratiques de conduite et les critères de sélection mobilisés par les éleveurs dans leurs décisions quotidiennes ; et (3) les caractéristiques résultantes de la diversité du troupeau. /// Conceptual diagram of herd diversity structuring. This model represents the relationship between three levels of influence: (1) the contextual conditions that frame livestock farming; (2) the management practices and selection criteria used by farmers in their daily decisions; and (3) the resulting characteristics of herd diversity.

diversity (PASTODIV – Project-ANR-19-CE32-0004) dans le cadre duquel cette étude a été effectuée.

Conflits d'intérêt

Les auteurs déclarent que l'étude a été réalisée sans aucun conflit d'intérêt.

Contributions des auteurs

Tous les auteurs ont lu et approuvé le manuscrit dans sa forme actuelle. MS a été impliqué dans la supervision générale du projet et dans l'acquisition du financement. MONP, AL, NL et MS ont contribué à la conception de l'étude, à la supervision du travail et à la révision critique du manuscrit. CRL a réalisé les enquêtes de terrain, les analyses et rédigé la première version du manuscrit.

Accès aux données de la recherche

Les données n'ont pas été déposées dans un dépôt officiel. Pour des raisons d'anonymat et de confidentialité liées aux personnes enquêtées, elles ne peuvent pas être rendues publiques.

Usage de l'IA générative dans le processus de rédaction

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont pas utilisé de technologies assistées par intelligence artificielle dans le processus de rédaction.

REFERENCES

- Albuquerque, U. P., Cunha, L. V. F. C., Lucena, R., & Alves, R. R. (2014). *Methods and techniques in ethnobiology and ethnoecology*. Springer Protocol Handbooks. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-8636-7>
- Ambassadeurs du patrimoine mondial des Causses et Cévennes. (2015). *Les Causses & les Cévennes, paysage culturel de l'agro-pastoralisme inscrit sur la Liste du patrimoine mondial*. <http://www.caussesetcevennes.org> (Consulté le 20 avril 2025)
- Association des Éleveurs de brebis Rouge du Roussillon, Causse de Garrigues et Raïoles. (s.d.). *Sauvegarde de 3 races ovines rustiques*. <http://raïoles-caussenardes-rouges.jimdofree.com/> (Consulté le 21 mars 2025)
- Audiot, A. (1995). *Races d'hier pour l'élevage de demain*. INRA Éditions. <https://hal.science/hal-01216659/file/C24biblio%20-%20copie%203.pdf>
- Audiot, A., Gibon, A., & Flamant, J.-C. (1983). La conservation des races menacées : quels éleveurs ? *Ethnozootechnie*, 33, 71-81.
- Berkes, F., Colding, J., & Folke, C. (2000). Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management. *Ecological Applications*, 5, 1251-1252. <https://doi.org/10.2307/2641280>
- Berkes, F., & Davidson-Hunt, I. J. (2010). Innovating through commons use: Community-based enterprises. *International Journal of the Commons*, 4, 1-7. <https://doi.org/10.18352/ijc.206>
- Bertolozzi-Caredio, D., Bardají, I., Coopmans, I., Soriano, B., & Garrido, A. (2020). Key steps and dynamics of family farm succession in marginal extensive livestock farming. *Journal of Rural Studies*, 76, 131-141. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2020.04.030>
- Biggs, R., Schlüter, M., Bohensky, E., BurnSilver, S., Cundill, G., Dakos, V., Daw, T., et al. (2012). Towards principles for enhancing the resilience of ecosystem services. *Annual Review of Environment and Resources*, 37, 421-448. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-051211-123836>
- Brisbarre, A.-M. (1978). *Bergers des Cévennes*. Berger-Levrault.
- Casabianca, F. (2011). La notion de rusticité : Définitions et conceptions. Dans Hubert, B. (Éd.), *La rusticité : l'animal, la race, le système d'élevage ?* (pp. 19-24). Cardère Éditions.
- Daget, P. (1977). Le bioclimat méditerranéen : caractères généraux, mode de caractérisation. *Vegetatio*, 34, 1-20.
- Despret, V., & Meuret, J.-L. (2016). *Composer avec les moutons : Quand des brebis apprennent à leurs bergers*. Cardère Éditions.
- Dumont, B., González-García, E., Thomas, M., Fortun-Lamothe, L., Ducrot, C., Dourmad, J. Y., Tichit, M., et al. (2014). Forty research issues for the redesign of animal production systems in the 21st century. *Animal*, 8, 1382-1393. <https://doi.org/10.1017/S1751731114001281>
- Dumont, B., Puillet, L., Martin, G., Savietto, D., Aubin, J., Ingrand, S., Niderkorn, V., et al. (2020). Incorporating diversity into animal production systems can increase their performance and strengthen their resilience. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 109. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00109>
- FAO. (2001). *Pastoralism in the new millennium* (Animal Production and Health Paper 150). FAO. <https://openknowledge.fao.org/bitstreams/69c73416-e793-40c8-8a08-897cdfaf9dc2/download>
- FAO. (2015). *The second report on the state of the world's animal genetic resources for food and agriculture*. FAO. <http://www.fao.org/3/a-i4787e/index.html>
- Fiorelli, C., Mouret, S., & Porcher, J. (2012). Les rationalités du travail avec les animaux d'élevage : produire, vivre ensemble et se construire. *INRAE Productions Animales*, 25(2). <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2012.25.2.3207>
- González-Insuasti, M. S., & Caballero, J. (2007). Managing plant resources: How intensive can it be? *Human Ecology*, 35, 303-314. <https://doi.org/10.1007/S10745-006-9063-8>
- Guber, R. (2004). *El salvaje metropolitano*. Paidós.
- Haraway, D. (1988). Situated knowledges: The science question in feminism and the privilege of partial perspective. *Feminist Studies*, 14(3), 575-599. <https://doi.org/10.2307/3178066>
- Hoffmann, I. (2008). Livestock genetic diversity and climate change adaptation. In Rowlinson, P., Steele, M., & Nefzaoui, A. (Eds.), *Livestock and global climate change*. Cambridge University Press.
- Hubert, B. (2011). La rusticité : caractère intrinsèque ou propriété émergente ? Dans Hubert, B. (Éd.), *La rusticité : l'animal, la race, le système d'élevage ?* (pp. 11-15). Cardère Éditions.
- Ingold, T. (2000). *The perception of the environment: Essays on livelihood, dwelling and skill*. Routledge.
- Köhler-Rollefson, I., Rathore, H., & Mathias, E. (2008). Local breeds, livelihoods and livestock keepers' rights in South Asia. *Tropical Animal Health and Production*, 41, 1061-1070. <https://doi.org/10.1007/s11250-008-9271-x>
- Korthals Altes, W. K. (2023). Access to land: Markets, policies and initiatives. *Sustainability*, 15, 5097. <https://doi.org/10.3390/su15065097>
- Krätili, S. (2021). *Pastoralism: Making variability work* (Animal Production and Health Paper 185). FAO. <https://doi.org/10.4060/cb5855en>
- Krätili, S., & Schareika, N. (2010). Living off uncertainty: The intelligent animal production of dryland pastoralists. *European Journal of Development Research*, 22, 605-622. <https://doi.org/10.1057/ejdr.2010.41>
- Magne, M.-A., Nozières-Petit, M.-O., Cournut, S., Ollion, E., Puillet, L., Renaudeau, D., & Fortun-Lamothe, L. (2019). Gérer la diversité animale dans les systèmes d'élevage. *INRA Productions Animales*, 32(2). <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2019.32.2.2496>
- Mummed, Y. (2019). Traditional selection criteria of Ogaden cattle. *Open Journal of Animal Science*, 9, 355-366. <https://doi.org/10.4236/ojas.2019.93029>
- Nozières-Petit, M.-O., Launay, F., Etienne, L., Moulin, C.-H. (2021). Key features of modern pastoral farming in France. *Fourrages*, 245, 3-11.
- Nozières-Petit, M.-O., & Moulin, C.-H. (2021). The management of lamb heterogeneity is a tool for farmers' marketing strategies. *Animals*, 11, 551. <https://doi.org/10.3390/ani11020551>
- Perucho, L., Ligda, C., Paoli, J.-C., Hadjigeorgiou, I., Moulin, C.-H., & Lauvie, A. (2019). Links between traits of interest and breeding practices. *Livestock Science*, 220, 158-165. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.12.017>
- Porcher, J. (2001). L'élevage, un partage de sens entre hommes et animaux. *Ruralia*, 9.
- Porcher, J. (2015). Le travail des animaux d'élevage : un partenariat invisible ? *Courrier de l'Environnement de l'INRA*, 65, 29-36.
- Provalis Research. (2012). *QDA Miner* (Version 2.0.8) [Logiciel]. <https://provalisresearch.com>
- Vallerand, F. (1988). La rusticité : niveaux et méthodes d'approche en milieu réel. Dans Hubert, B. & Girault, N. (Éds.), *De la touffe d'herbe au paysage* (pp. 85-101). INRA SAD.
- Vallerand, F., Casabianca, F., de Sainte-Marie, C., & Bouché, R. (1994). D'une qualité à une autre. *Études et Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement*, 157-175. <https://hal.science/hal-01231536>
- Vizuite, B., Oteros-Rozas, E., & García-Llorente, M. (2024). Role of the neo-rural phenomenon and the new peasantry in agroecological transitions. *Agriculture and Human Values*, 41, 1277-1297. <https://doi.org/10.1007/s10460-023-10537-0>

Summary

Rico Lenta C., Nozières-Petit M.-O., Lauvie A., Lescureux N., Salpeteur M. Diversity in pastoral systems: perceptions and management practices of sheep breeders from Southern France

Context: In a context of global change and increasing pressure on pastoral livestock systems, managing animal diversity is a central challenge for the sustainability of small-population flocks. The three local sheep breeds studied here, all endangered, represent an essential genetic and cultural heritage in Southern France.

Objective: This article aims to analyse how breeders perceive, define, and manage diversity within their flocks, by examining the interplay between selection criteria, herd management practices, and conceptions of rusticity and animal behaviour.

Methods: The study draws on an ethnographic approach combining 17 semi-structured interviews, and field observations with breeders involved in the conservation and valorisation of these local breeds. Qualitative analysis was used to identify the criteria mobilised in diversity management and to explore their articulation with breeders' trajectories and farming conditions.

Results: The selection of breeding animals is based on a combination of zootechnical criteria (conformation, breed standard), ecological criteria (adaptation to the environment, behaviour, rusticity), and personal criteria (attachments, individual preferences). The relative importance of these criteria varies according to breeders' professional trajectories, environmental contexts, and socio-economic constraints. The analysis also highlights the central role of rusticity, understood as a dynamic quality shaped by management practices. Furthermore, day-to-day management practices (lambing periods, feeding strategies, mobility, flock organisation) also contribute to structuring diversity. **Conclusions:** The study offers an integrated interpretation of animal diversity that links local ecological knowledge, perceptions of animals, and herd management practices. It shows that diversity results from a co-construction between breeders, animals, and their environment, and underscores the importance of recognising these knowledge systems and practices in policies aimed at conserving local breeds.

Keywords: sheep, pastoralism, livestock management, landraces, selection criteria, local knowledge, France

Resumen

Rico Lenta C., Nozières-Petit M.-O., Lauvie A., Lescureux N., Salpeteur M. Diversidad en los sistemas pastorales: percepciones y prácticas de gestión de los ganaderos ovinos del sur de Francia

Contexto: En un contexto de cambios globales y presión creciente sobre la ganadería pastoral, la gestión de la diversidad animal representa un reto central para la sostenibilidad de los sistemas con pocos efectivos. Las tres razas ovinas locales estudiadas, todas ellas amenazadas, constituyen un patrimonio genético y cultural esencial en el sur de Francia. **Objetivo:** Este artículo tiene el objetivo de analizar cómo los ganaderos perciben, definen y gestionan la diversidad de sus rebaños, combinando criterios de selección, prácticas de manejo y concepciones de la rusticidad y del comportamiento animal. **Métodos:** El estudio se basa en un enfoque etnográfico que combina observaciones de terreno con 17 entrevistas semidirectivas a ganaderos comprometidos en la conservación y la valoración de estas razas locales. Los datos fueron analizados cualitativamente para identificar los criterios adoptados en la gestión de la diversidad y su articulación con las trayectorias de los ganaderos y las condiciones de cría.

Resultados: La selección de los reproductores se basa en una combinación de criterios zootécnicos (conformación, estándar de la raza), ecológicos (adaptación al medio, comportamiento, rusticidad) y personales (vínculos, preferencias individuales). Estos criterios se jerarquizan según la historia profesional, el contexto medioambiental y las limitaciones socioeconómicas de los ganaderos. El análisis pone también en evidencia el rol central de la rusticidad, considerada como un constructo dinámico moldeado por las prácticas de conducción. Finalmente, las prácticas de gestión cotidianas (estacionalidad de las pariciones, alimentación, movilidad, organización del rebaño) también contribuyen a estructurar la diversidad. **Conclusiones:** El estudio propone una lectura integrada de la diversidad animal que combina saberes ecológicos locales, percepciones de los animales y prácticas de manejo. Muestra que la diversidad resulta de una construcción conjunta entre los ganaderos, los animales y el entorno, y destaca la importancia de reconocer estos saberes y prácticas en las políticas de conservación de las razas locales.

Palabras clave: ovino, pastoralismo, prácticas de manejo ganaderas, criterio de selección, conocimiento local, Francia

Transhumance, ressources et décentralisation : le besoin d'articuler les échelles pour sécuriser les systèmes pastoraux au Sénégal

Baba Ba ^{1*} Jean-Daniel Cesaro ^{2,3}

Mots-clés

pastoralisme, droit foncier
pastoral, gouvernance foncière,
décentralisation, gestion foncière
durable, Sénégal

OPEN ACCESS

© B. Ba *et al.*, 2026
published by Cirad



This article is distributed under
the terms of the Creative Commons
Attribution 4.0 International License (CC-BY).

Type: Research article

Submitted: 11 July 2025

Accepted: 05 January 2026

Online: 06 February 2026

DOI : 10.19182/remvt.37908

Résumé

Contexte : Au Sénégal, la décentralisation a profondément transformé la gouvernance territoriale en transférant aux communes la gestion du foncier et des ressources naturelles. Dans la zone sylvopastorale du Ferlo, vaste territoire sahélien historiquement dédié à l'élevage mobile, cette réorganisation s'est traduite par un morcellement administratif souvent déconnecté des logiques socio-spatiales du pastoralisme. **Objectif** : Cette étude a analysé les effets de la décentralisation sur la gouvernance des ressources pastorales et a évalué la pertinence des outils de planification locale, notamment les plans d'occupation et d'affectation des sols (POAS) et les unités pastorales (UP), face aux dynamiques de mobilité. **Méthodes** : L'approche a reposé sur des enquêtes qualitatives menées dans neuf communes du Ferlo, de la vallée du fleuve Sénégal et du sud-est du pays, combinant entretiens semi-directifs, groupes de discussion (*focus groups*) et observations de terrain auprès d'éleveurs, d'élus locaux, d'agents des services techniques et de membres d'organisations partenaires. **Résultats** : Les résultats ont révélé que la fragmentation spatiale induite par la communalisation, la superposition de dispositifs coutumiers et institutionnels et le manque de coordination intercommunale fragilisaient la gouvernance des ressources partagées et accentuaient la vulnérabilité des éleveurs. Les POAS et les UP ont contribué à structurer la planification locale, mais leur impact demeure limité par l'insuffisance des moyens, la faible intégration des pratiques de mobilité et la domination des logiques agricoles dans les décisions foncières. Ces dynamiques foncières se traduisent par une multiplication des conflits d'usage et par une marginalisation progressive du pastoralisme dans les politiques locales. **Conclusions** : L'étude a souligné la nécessité d'une gouvernance multi-échelle articulant communes, intercommunalités et État, et propose la création d'un Observatoire national du pastoralisme pour assurer le suivi des dynamiques de mobilité, renforcer la coordination institutionnelle et orienter les politiques publiques en faveur d'une gestion durable, inclusive et résiliente des territoires pastoraux sahéliens.

■ Comment citer cet article : Ba, B., & Cesaro, J.-D. (2026). Transhumance, ressources et décentralisation : le besoin d'articuler les échelles pour sécuriser les systèmes pastoraux au Sénégal. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 79, 37908. <https://doi.org/10.19182/remvt.37908>

■ INTRODUCTION

Situé au nord du Sénégal, au cœur de la zone sahélienne, le Ferlo s'étend sur près de 70 000 km², soit environ un tiers du territoire national. Cet espace constitue l'un des principaux foyers du pastoralisme sahélien au Sénégal. Il est bordé par trois grands ensembles agroécologiques : au nord, la vallée du fleuve Sénégal, théâtre d'ambitieux projets

d'aménagement hydroagricole (Magrin *et al.*, 2011 ; Bourgoin *et al.*, 2023) ; au sud et à l'ouest, le bassin arachidier, cœur de la production pluviale d'arachide et de mil (Ndao, 2017) ; et au sud-est, les espaces agrosylvopastoraux du Sénégal oriental, avec lesquels le Ferlo échange d'importants flux de bétail (figure 1). Malgré les interactions anciennes et continues avec ces espaces agricoles voisins, le Ferlo conserve une vocation pastorale dominante, fondée sur l'exploitation extensive des parcours et la mobilité saisonnière du bétail. Cette orientation est soutenue par la présence de réserves sylvopastorales et de forêts classées qui ont, jusqu'à présent, relativement limité l'expansion agricole (Fall, 2017) (figure 1). Ainsi, malgré sa relative marginalisation dans les politiques publiques nationales (Camara, 2013 ; Dia, 2014 ; Ninot *et al.*, 2022), la région a néanmoins bénéficié

1. International Livestock Research Institute (ILRI), Dakar, Sénégal

2. CIRAD, UMR SELMET, F-34398 Montpellier, France

3. SELMET, Univ Montpellier, CIRAD, INRAE, Institut Agro, Montpellier, France

* Pour la correspondance

Tél. : +221 770268699 ; E-mail : b.baba@cgiar.org

d'investissements ciblés tels que l'hydraulique pastorale et des parcs de vaccination (Fall, 2014). Ces infrastructures ont, dans une certaine mesure, contribué à consolider sa fonction de territoire pastoral.

L'élevage extensif, fondé sur la mobilité du bétail et l'accès collectif aux ressources naturelles, reste le mode de production dominant dans le Ferlo. Ce système repose sur une logique de flexibilité et de gestion collective (Marty, 1993) qui permet aux éleveurs d'adapter leurs pratiques aux contraintes climatiques et environnementales. Cependant, cette organisation pastorale traditionnelle est aujourd'hui profondément bouleversée par un certain nombre de facteurs, dont les réformes de décentralisation. Introduites depuis les années 1970, ces dernières ont transformé la gestion territoriale et foncière (Sané, 2016). La création des communautés rurales, suivie du transfert de compétences aux collectivités locales en 1996 et de la communalisation intégrale en 2013, a fragmenté les grands espaces pastoraux en une mosaïque d'unités administratives fixes (Lima, 2019 ; Maucilaire, 2019 ; Fall, 2017). Ainsi, si ces réformes ont élargi les prérogatives des communes en matière d'aménagement et de gestion foncière, elles ont souvent ignoré les spécificités du pastoralisme et remis en cause les logiques de mobilité qui structurent les systèmes d'élevage extensif (Gonin, 2016, 2018), jouant un rôle déterminant dans les modes de vie des communautés pastorales (Turner, 2014).

Ce système a longtemps été encadré par des institutions coutumières souples qui régulaient l'accès aux pâturages et assuraient la médiation des conflits (Coulibaly & Dorier, 2017 ; Hiernaux, 2014 ; Thébaud & Batterbury, 2001 ; Scoones, 1995).

Depuis les années 1990, de nombreux États africains ont initié des réformes de décentralisation afin de transférer la gestion des

ressources naturelles aux collectivités locales (Ribot, 2004 ; Agrawal & Ostrom, 2001). Cependant, l'application de ces réformes dans les territoires pastoraux pose question. Dans la pratique, ces réformes ont souvent introduit des modes de gouvernance sédentarisés, fondés sur des délimitations administratives, et engendré des rivalités entre autorités locales élues et chefferies coutumières (Ribot, 2005 ; Poteete & Ribot, 2010). Cette superposition institutionnelle a parfois conduit à une marginalisation des pasteurs, notamment lorsque les institutions locales privilégiaient des intérêts agricoles au détriment des pratiques pastorales (Turner, 1999 ; Benjaminsen & Ba, 2009).

À ces mutations institutionnelles s'ajoutent de nouvelles dynamiques socio-économiques qui accentuent les tensions autour de l'accès aux ressources. La commercialisation croissante de la paille et des résidus de récolte, notamment dans le Ferlo, illustre ce basculement vers une logique de marchandisation contraire aux principes du pastoralisme. Cette pratique rompt la complémentarité historique entre agriculture et élevage et renforce la compétition pour les ressources fourragères. La vente massive de paille attire des acteurs extérieurs, souvent issus des centres urbains, qui exploitent les zones de parcours collectifs. Ces pratiques favorisent un épuisement précoce des ressources végétales, fragilisent la régénération naturelle des pâturages et menacent ainsi l'équilibre écologique des parcours (Mugelé *et al.* 2023). Les éleveurs locaux, privés de cette ressource, voient leur vulnérabilité accrue et sont contraints à des transhumances plus longues ou plus précoces. Par ailleurs, la commercialisation des résidus agricoles affaiblit la complémentarité entre systèmes agricoles et pastoraux. La vaine pâture, autrefois fondée sur une symbiose entre troupeaux et cultures, tend à disparaître. Les sols sont ainsi privés de l'apport

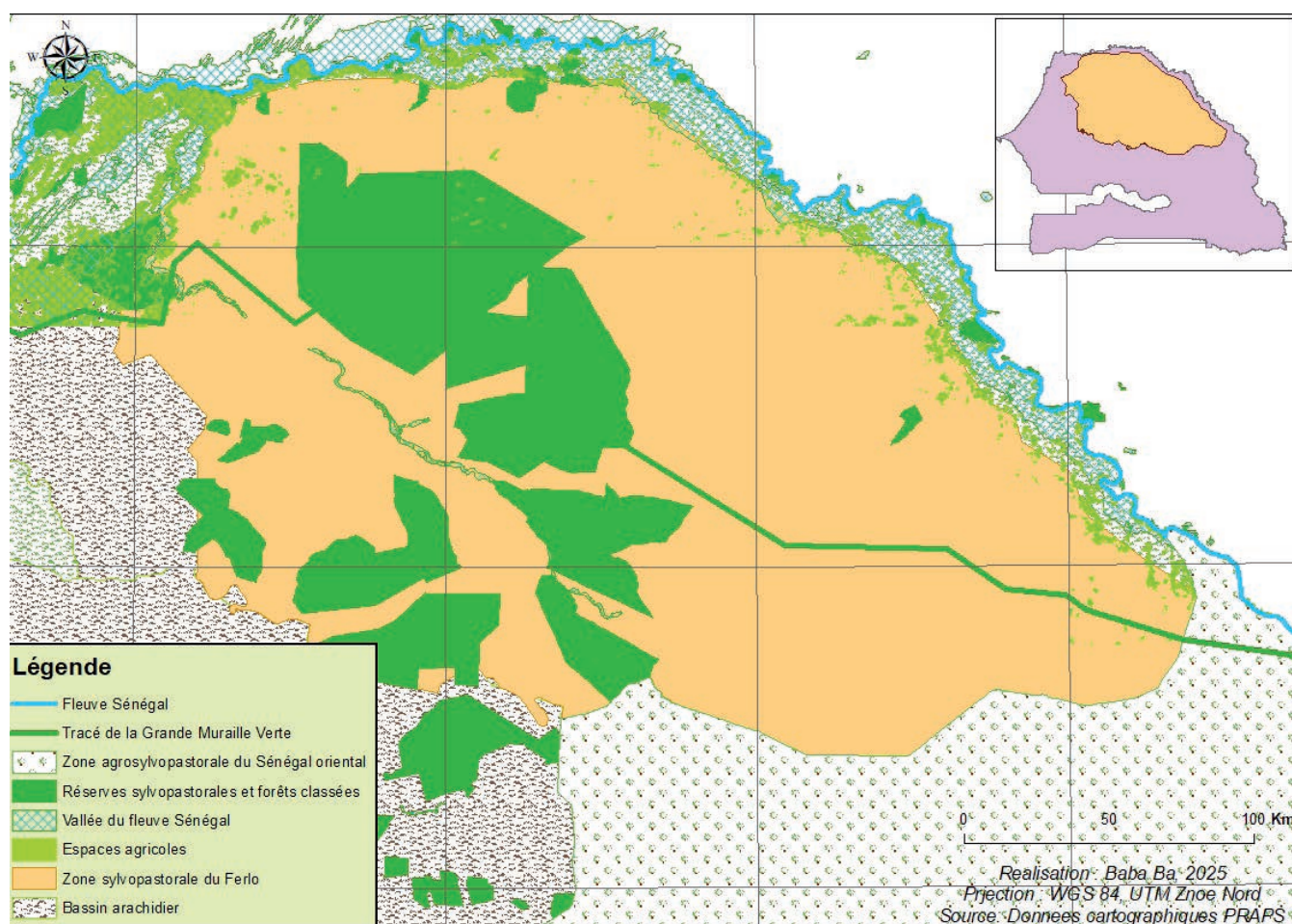


Figure 1 : Localisation de la zone sylvopastorale du Ferlo /// Location of the Ferlo silvopastoral zone

organique issu du fumier essentiel à leur fertilité, tandis que les éleveurs perdent un accès vital aux fourrages de proximité (Jacquemot, 2023). Loin de favoriser une gestion intégrée et solidaire, cette marchandisation de la biomasse contribue à individualiser les usages, à déséquilibrer les parcours et à exacerber les tensions entre agriculteurs et éleveurs du Ferlo.

Le Ferlo offre ainsi un contexte privilégié pour analyser les tensions entre réformes territoriales, dynamiques économiques et logiques de mobilité, ainsi que les recompositions institutionnelles qui en résultent. Les mutations socio-spatiales observées dans les systèmes pastoraux et les transformations des modes de gestion territoriale invitent à s'interroger sur les effets des réformes de décentralisation sur la gouvernance des ressources naturelles dans ces espaces à forte vocation pastorale. Cette étude a ainsi posé un certain nombre de questions : comment la décentralisation reconfigure-t-elle la gouvernance locale des ressources pastorales et quelles sont les implications de cette reconfiguration pour les pratiques de gestion et d'accès aux espaces de parcours ? Les collectivités territoriales disposent-elles des moyens et des compétences nécessaires pour gérer durablement les ressources pastorales ? Dans quelle mesure les outils de gestion territoriale (plans d'occupation et d'affectation des sols ou POAS, unités pastorales ou UP, Conventions Locales de Gestion des Ressources Naturelles ou CLGRN) contribuent-ils à sécuriser les pratiques pastorales et à prévenir les conflits d'usage ?

Cet article s'est fixé comme objectif d'analyser l'impact de la décentralisation sur la gouvernance des ressources pastorales dans le Ferlo. Il s'agissait plus précisément d'examiner l'adéquation entre les réformes territoriales et les logiques de mobilité pastorale, d'apprécier l'efficacité des outils de planification locale pour la sécurisation des espaces de parcours, et d'analyser les interactions entre acteurs institutionnels et communautaires dans le cadre de la construction de nouvelles formes hybrides de gouvernance territoriale.

■ MATERIEL ET METHODES

Terrains d'étude

La collecte d'informations s'est principalement concentrée sur la zone sylvopastorale (ZSP) du Ferlo, et s'est étendue à la vallée du fleuve Sénégal et au département de Koumpentoum. Ces deux zones entretiennent des liens étroits avec le Ferlo à travers d'importants échanges de bétail grâce à la transhumance. Le choix de ces terrains d'étude s'explique par leur rôle stratégique dans l'organisation des

mobilités pastorales, tant saisonnières que commerciales, ainsi que par la densité des interactions entre systèmes agricoles et pastoraux. Ces interactions, à la fois complémentaires et concurrentes, révèlent la complexité des dynamiques territoriales qui structurent l'usage des espaces et des ressources. Ce contexte offre ainsi un cadre privilégié pour analyser les enjeux et défis de gouvernance des ressources partagées, dans un environnement marqué par une forte pression sur les parcours, les points d'eau et les zones de transhumance (Mugelé *et al.*, 2023)

Au total, neuf communes, offrant un échantillon représentatif des réalités locales, ont été sélectionnées pour mener les enquêtes. 263 entretiens semi-directifs et 17 groupes de discussion (*focus groups*) ont mobilisé une diversité d'acteurs : éleveurs (transhumants et autochtones), élus locaux (maires, adjoints, secrétaires municipaux, présidents de commission), agents des services techniques déconcentrés (Eaux et Forêts, vétérinaires, Agence nationale de conseil agricole et rural), responsables d'organisations non gouvernementales (ONG) et gestionnaires de projets de développement. Cette diversité a permis de croiser les points de vue et d'assurer une couverture spatiale et thématique représentative (tableau I).

Les données qualitatives issues des entretiens et des groupes de discussion ont été complétées par une analyse diachronique des dynamiques foncières communales. Celle-ci s'appuie sur les registres fonciers communaux recensant les demandes d'attribution de terres sur la période 1970–2020, enrichis par des entretiens avec des élus locaux, des agents des services techniques et des leaders communautaires. Cette analyse séquentielle a permis d'apprécier l'évolution des dynamiques foncières et de mettre en relation les variations du nombre de demandes avec les principales réformes institutionnelles et les épisodes de crises foncières.

Afin de limiter les biais liés aux variations saisonnières, les entretiens ont été menés durant les deux saisons (sèche et pluvieuse). Les discussions ont porté sur la gestion des ressources naturelles, en particulier pastorales, ainsi que sur la gouvernance des territoires. Les informations recueillies auprès des usagers de l'espace (pasteurs, agropasteurs) et d'autres acteurs clés (chefs de village, présidents d'organisations pastorales, éleveurs membres des conseils municipaux) ont permis d'analyser les modalités d'accès aux ressources, les mécanismes de gestion des parcours et des points d'eau, ainsi que l'évolution des modes de gouvernance (tableau I). La démarche méthodologique a également mobilisé des connaissances empiriques, une capitalisation d'expériences de terrain et des observations participantes.

Tableau I : Acteurs interrogés, thématiques abordées et échelles d'analyse dans le cadre de l'enquête menée dans la région du Ferlo au Sénégal /// Stakeholders interviewed, topics covered, and levels of analysis in the survey conducted in the Ferlo region of Senegal

Catégorie d'acteurs	Thématiques abordées	Échelles d'analyse	Nombre de personnes enquêtées
Éleveurs (transhumants et autochtones)	Accès aux ressources (terres, pâturages, points d'eau), gouvernance locale, transhumance	Locale (villages, campements, forages)	150
Élus locaux (maires, adjoints, etc.)	Planification territoriale, gouvernance foncière, mobilité pastorale, coopération intercommunale	Communale et intercommunale	15
Agents des services techniques déconcentrés	Santé animale, gestion des aires protégées, appui technique, cohabitation avec les éleveurs	Communale et régionale	13
Responsables d'ONG et de projets de développement	Soutien aux dynamiques locales, gestion concertée des ressources, renforcement des capacités	Locale, intercommunale et régionale	8
Acteurs communautaires (chefs, agropasteurs, etc.)	Modalités d'accès, gestion foncière, gouvernance participative, fonctionnement des comités locaux	Locale et intercommunale	63
Comités de gestion des forages	Accès aux forages, régulation de l'usage des points d'eau en saison de transhumance	Locale (villages/forages)	14

La commune comme porte d'entrée et échelle d'analyse

La commune a été choisie comme porte d'entrée et échelle d'analyse en raison de son statut de plus petite unité politico-administrative dans l'architecture de la gouvernance locale. Elle est également l'échelle à laquelle se planifie la gestion territoriale, ce qui en fait un cadre pertinent pour analyser les effets de la décentralisation sur la gouvernance des ressources pastorales. Cette approche a permis de recueillir des informations qualitatives sur les dynamiques locales, les stratégies de gestion et les défis rencontrés. Les communes sélectionnées se répartissaient comme suit : quatre dans le Ferlo (Velingara Ferlo, Barkédji, Thiel et Louguéré Thioly...), quatre dans le delta et la moyenne vallée du fleuve Sénégal (Mbane, Gnith, Fanaye et Ndiayene Pendao...), et une dans le nouveau front arachidier du Sud (Payar...) (figure 2). Dans chaque commune, deux sites ont été choisis selon plusieurs critères, notamment la présence de marchés à bétail, d'aménagements hydro-agricoles et de zones classées.

L'entrée par l'échelle communale a permis d'intégrer des unités spatiales plus fines, telles que les villages et les campements, au sein desquels se construisent des micro-territorialités autour de lieux clés. Ces micro-territorialités s'organisent notamment autour d'infrastructures et d'espaces de centralité tels que les forages, les bornes-fontaines et les marchés hebdomadaires ruraux qui structurent l'espace pastoral et influencent les itinéraires de transhumance. Les forages et les marchés hebdomadaires constituent des points de convergence majeurs où les interactions entre les différents acteurs locaux sont particulièrement intenses. À ce titre, ils ont été identifiés

comme des sites stratégiques pour la conduite des entretiens et l'observation des dynamiques locales.

■ RESULTATS

Les réformes de la décentralisation : un cadre rigide face à la spécificité du pastoralisme

Depuis les premières vagues de décentralisation lancées dans les années 1970, la gouvernance des espaces ruraux sénégalais, notamment dans le Ferlo, a été profondément redessinée. Pourtant, ces réformes demeurent souvent mal arrimées aux réalités du pastoralisme mobile. La territorialité itinérante qui structure l'élevage extensif se heurte à des dispositifs administratifs pensés à l'échelle fixe des communes, comme les couloirs de transhumance morcelés, les normes foncières peu flexibles et une planification spatiale centrée sur la sédentarisation. Cette inadéquation interroge la capacité des cadres décentralisés à intégrer la mobilité comme principe d'aménagement plutôt qu'exception à réguler.

Une territorialisation de la gestion de l'espace et des ressources qui se heurte à des dynamiques sociospatiales complexes

En plus des réserves sylvo-pastorales et des forêts classées, le Ferlo est aussi une région d'élevage par excellence, abritant plus d'un tiers du cheptel de ruminants national. Les ressources naturelles qui y sont disponibles sont exploitées et valorisées par l'élevage extensif, dont les dynamiques sont rythmées par les saisons et influencées par la

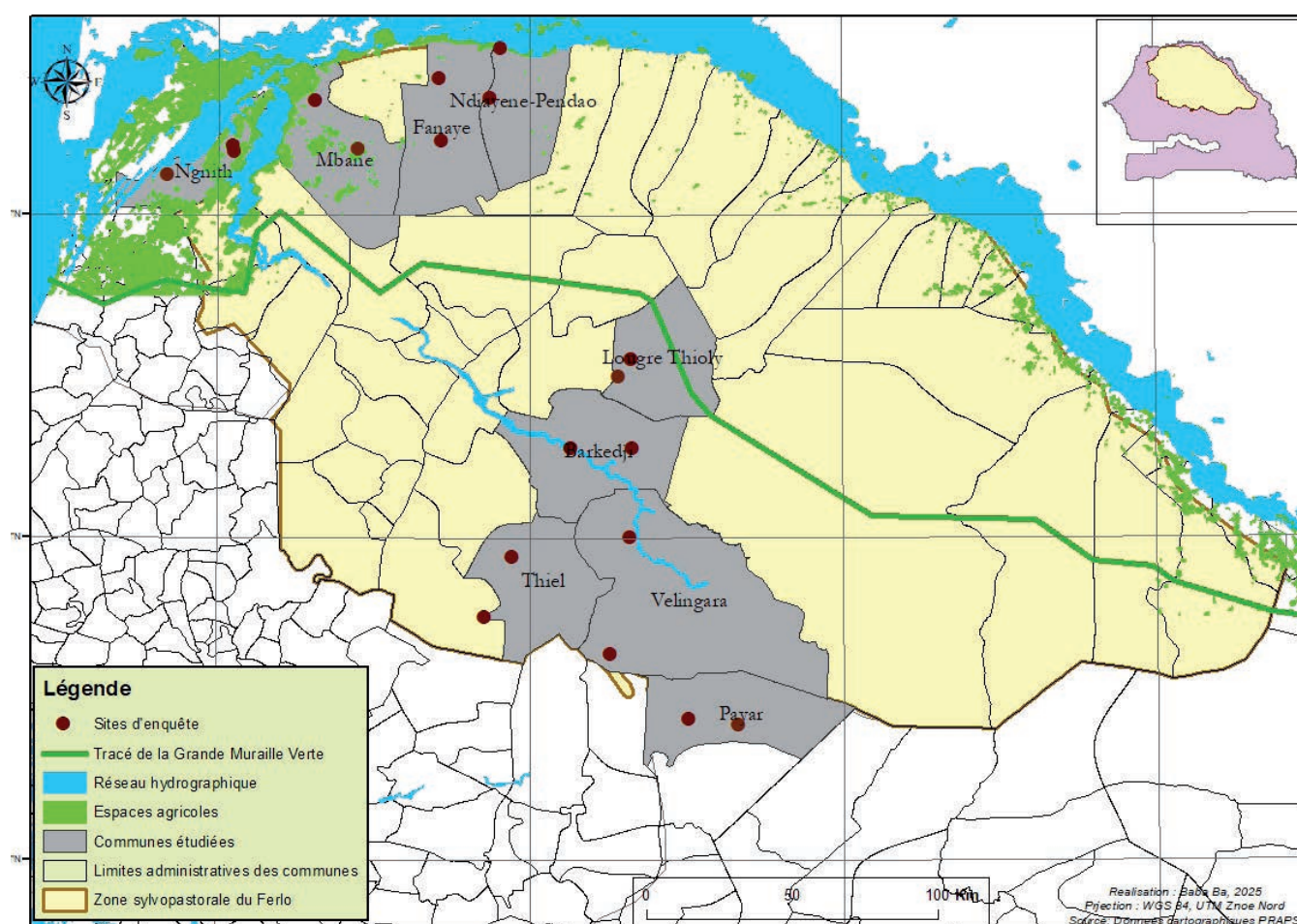


Figure 2 : Localisation des communes d'étude et des sites d'enquête au Sénégal /// Location of study municipalities and survey sites in Senegal

variabilité climatique. Les déplacements des pasteurs et de leurs troupeaux génèrent des microterritorialités particulières. Les enquêtes ont révélé que ces dynamiques étaient également influencées par d'autres logiques, telles que le maillage des points d'eau, les marchés à bétail, ainsi que l'influence de certaines villes, comme Dahra, Ndjoum et Richard Toll, situées en périphérie du Ferlo. Ainsi, contrairement aux espaces agricoles de la vallée du fleuve Sénégal ou à ceux du bassin arachidier, où les marquages territoriaux sont visibles et clairement définis, les territoires pastoraux du Ferlo se caractérisent par une grande fluidité, avec des repères fugaces et imprécis. Ils s'organisent autour d'éléments mouvants et d'occupations humaines dispersées, évoluant en fonction des besoins des communautés, de leurs troupeaux et des conditions imposées par l'environnement. En conséquence, les pratiques pastorales présentes dans cette région génèrent un ancrage territorial limité souple, moins visible que celui observé dans les territoires agricoles mais assez original. Elles façonnent et modèlent ces territoires par diverses formes de mobilité qui se réorganisent selon les saisons, les distances, les événements et les circonstances.

Concernant les aspects liés à la gouvernance des communs agrosylvopastoraux, les enquêtes ont montré que la décentralisation a profondément transformé les modes de gestion des ressources. En promouvant une approche territorialisée, elle a conduit à la mise en place d'outils de planification spatiale appliqués à des échelles de plus en plus restreintes, souvent limitées à l'aire de gestion d'un forage ou au territoire d'une commune. Cette territorialisation resserrée n'est pas sans conséquences sur la gouvernance des espaces pastoraux. Dans les communes de Fanaye, Ndiayène Pendao et Gnith, l'élaboration des POAS à l'échelle communale a renforcé le contrôle des autorités locales sur l'accès aux parcours et aux points d'eau, grâce à une définition plus claire des vocations de l'espace. Cependant, cette planification a aussi généré de nouveaux enjeux. Si elle a permis de clarifier certains usages et de mieux encadrer les activités, elle a en parallèle fragmenté les espaces de parcours, autrefois gérés dans une logique territoriale plus large. Ces parcours s'étendaient souvent sur plusieurs zones de production agricole, encadrées par des consensus sociaux qui régulaient la vaine pâture et favorisaient la cohabitation entre agriculteurs et éleveurs.

La définition des vocations de l'espace n'est pas problématique en soi. Elle contribue à une meilleure répartition spatiale des activités et à la prévention des conflits d'usage. Toutefois, elle tend à affaiblir la complémentarité historique entre les systèmes agricoles et pastoraux, une relation longtemps bénéfique pour à la fois les pasteurs et pour les agriculteurs.

Les limites d'une gestion à petite échelle pour une pratique sans frontière

Les dynamiques sociospatiales du pastoralisme reposent sur une organisation extensive et flexible, ajustée à la disponibilité des ressources naturelles, elles-mêmes soumises à une forte variabilité spatiotemporelle. Les pratiques de mobilité qui répondent à cette variabilité dépassent souvent les mailles de gouvernance locale définies et soutenues par les réformes de décentralisation. Cette inadéquation entre les échelles de planification territoriale et les logiques de mobilité pastorale complique l'intégration des pratiques d'élevage dans les dispositifs de gestion locaux. Un éleveur rencontré dans la commune de Fanaye confiait : *«Aujourd'hui, chaque commune veut gérer son espace selon ses propres règles établies, mais nous, nos animaux ne connaissent pas ces frontières. Quand on nous interdit de passer d'un côté, c'est comme si on nous fermait la porte de notre propre maison.»* En cherchant à autonomiser la gestion des ressources à l'échelle communale, ces réformes risquent paradoxalement de renforcer la compétition pour l'accès aux pâturages et aux points d'eau, voire d'accentuer les tensions entre communes voisines et entre groupes d'usagers. Dans ce contexte, la transhumance, pourtant,

essentielle à la durabilité des systèmes pastoraux, demeure peu ou mal prise en compte par les outils de gouvernance. Ce décalage révèle des limites structurelles d'une décentralisation pensée selon un modèle sédentaire dans des territoires aux pratiques historiquement mobiles.

L'analyse des entretiens a montré que dans beaucoup de cas, les aires de desserte des forages sont devenues des périmètres de plus en plus restreints et saturés, administrés par un comité local qui fixe ses propres règles d'accès aux ressources. Dans la commune de Thiel, des éleveurs transhumants ont rapporté que certaines règles adoptées dans le cadre des UP a réduit leurs marges de manœuvre pour accéder aux pâturages : *«Avant, quand nous arrivions, nous pouvions rester près du forage le temps que les animaux reprennent de la force. Maintenant, il faut aller plus loin, et respecter des tours alors que les bêtes sont parfois épuisées par la longue marche.»* Ces restrictions, bien que justifiées par la volonté de préserver la ressource, accentuent les inégalités entre les autochtones et les transhumants de passage, souvent perçus comme des «étrangers» dans des espaces pourtant historiquement communs.

La nature mobile et extensive du pastoralisme se heurte aux tendances d'une gestion à petite échelle qui, parfois, exacerbe les tensions entre communes voisines. Lors d'entretiens à Thillé Boubacar et à Belel Bogal, situés respectivement dans les communes de Ndiayène Pendao et Fanaye, des conseillers municipaux membres de la commission élevage ont souligné les difficultés rencontrées pour coordonner l'accueil des transhumants entre communes limitrophes. Le manque de dispositifs intercommunaux adaptés conduit parfois à des blocages de transhumants et parfois à des conflits localisés. De ce point de vue, si la décentralisation a favorisé l'émergence de nouveaux mécanismes de gestion territorialisée, elle a aussi engendré des effets pervers en morcelant les espaces pastoraux. L'absence de coordination entre les échelles locales (forages, communes) et supra-locales (intercommunalités, départements, voire régions) crée un décalage entre la logique administrative de gestion et la logique pastorale fondée sur la mobilité et la continuité des espaces, comme mentionné dans les travaux de Moritz (2016).

Multiplication des acteurs, dispersion des pouvoirs et nouveaux défis pour la gouvernance des ressources pastorales

En plus d'avoir procédé au morcellement des espaces pastoraux, la décentralisation a profondément reconfiguré la gouvernance locale des ressources agrosylvopastorales. De nouveaux acteurs, notamment les élus locaux, s'ajoutent aux acteurs traditionnels constitués d'ONG, de projets de développement, d'organisations de la société civile, ainsi qu'aux structures coutumières (chefferies villageoises), aux services techniques et à l'administration territoriale. Cette multitude d'acteurs a créé une mosaïque institutionnelle au sein de laquelle pouvoirs dispersés et logiques d'intervention hétérogènes coexistent. Elle est aussi souvent porteuse d'objectifs divergents, ce qui complique la coordination et peut fragiliser la gestion des ressources partagées déjà soumises à des usages concurrents. Les conflits de compétence se multiplient autour de ressources stratégiques telles que le foncier et l'eau. Deux exemples observés sur le terrain illustrent bien ces enjeux. Dans la commune de Mbane, l'expansion de l'agrobusiness attise les tensions entre les communautés d'éleveurs et le conseil municipal, accusé d'octroyer des terres à des privés dans des zones de parcours. Dans la commune de Louguéré Thioly, les interventions unilatérales des services forestiers pour réguler les prélèvements ligneux ont provoqué des frictions avec les éleveurs, nécessitant l'intervention du conseil municipal. Dans ce jeu d'acteurs, le manque de clarté ou la méconnaissance des rôles et responsabilités de chacun rend souvent les concertations complexes et attise les tensions.

À l'échelle communale, la présence accrue d'acteurs impliqués dans la gestion des ressources sylvopastorales n'a pas pour autant garanti

l'inclusion des usagers traditionnels, en particulier celle des pasteurs. Bien que plusieurs maires reconnaissent le rôle essentiel des pasteurs dans l'équilibre socio-environnemental, leur participation demeure marginale. Les résultats des enquêtes ont révélé que seuls 19 % des éleveurs interrogés ont été consultés au sujet des affectations foncières effectuées dans leurs terroirs au cours des cinq dernières années. Cette exclusion est particulièrement marquée dans les communes de Mbane, Barkédji et Thiel, où les instances de décision locales restent dominées par les acteurs agricoles. Dans ces communes, les conseils municipaux et les commissions domaniales sont majoritairement composés d'agriculteurs, avec très peu d'éleveurs. À Mbane, par exemple, sur les six membres de la commission domaniale, un seul est éleveur. À Barkédji comme à Mbane, des éleveurs ont affirmé que les réunions de délibération sur les affectations de terres se tenaient souvent sans convocation de leurs représentants, sous prétexte d'urgence administrative.

Cette configuration institutionnelle contribue à un déséquilibre structurel dans la répartition du foncier. Dans toutes les communes étudiées, les enquêtes ont montré que moins de 20 % des terres attribuées entre 2015 et 2020 concernaient des usages pastoraux (aires de pâturage, couloirs de passage, zones de stabulation, parcs à vaccination), contre plus de 60 % en faveur de l'agriculture et de l'implantation de domaines privés. Ce déséquilibre traduit la priorité donnée à la mise en valeur agricole dans les politiques locales, au détriment des parcours pastoraux collectifs. Ainsi, bien que certaines conventions locales mentionnent les éleveurs comme étant des acteurs stratégiques, leur implication se limite souvent à une validation symbolique des documents, sans participation réelle aux délibérations foncières ni au suivi des décisions. Comme l'a exprimé un chef de campement rencontré à Thiel : *« On nous dit toujours qu'on est invités, mais quand les décisions sont prises, c'est déjà trop tard. »* Un éleveur rencontré dans la commune de Mbane a ajouté ceci : *« Les maires reconnaissent que nous faisons vivre les communes avec notre bétail, mais ils préfèrent donner les terres aux projets agricoles parce qu'ils sont plus visibles. »* De son côté, un technicien du service de l'élevage à Linguère a noté que *« les pasteurs sont souvent consultés après coup, quand il y a un problème sur un couloir ou un point d'eau »*. Cette marginalisation institutionnelle alimente des tensions entre pasteurs, agriculteurs et investisseurs privés, dans un contexte de pression croissante sur les ressources naturelles.

Les outils de gestion territoriale et de sécurisation des ressources pastorales

Les résultats des entretiens menés dans les communes ont montré que les UP et les POAS étaient les principaux dispositifs mobilisés pour encadrer la gestion de l'espace et des ressources dans le contexte de la décentralisation. Selon les acteurs locaux interrogés, élus communaux, services techniques, représentants d'organisations pastorales et ONG, la conception de ces dispositifs repose sur une approche participative visant à placer les communautés au cœur du processus décisionnel. Ainsi, qu'il s'agisse des UP ou des POAS, ces instruments sont perçus comme des cadres de concertation multi-acteurs permettant de définir collectivement les règles d'accès et d'usage des ressources naturelles en fonction des réalités locales. Toutefois, il convient d'emblée de distinguer ces deux outils, qui s'appliquent sur des échelles spatiales différentes et qui ont des champs thématiques pas forcément identiques.

Les plans d'occupation et d'affectation des sols (POAS)

L'analyse des entretiens menés avec les acteurs locaux a montré que le POAS était perçu avant tout comme un outil de planification spatiale communale visant à réguler l'usage des ressources et à prévenir les conflits entre usagers. Développé au début des années 1990 par la Société nationale d'Aménagement et d'Exploitation des terres

du Delta du fleuve Sénégal et des vallées du fleuve Sénégal et de la Falémé (SAED) en partenariat avec diverses structures, il est présenté par beaucoup d'acteurs comme une réponse à la montée des tensions entre agriculteurs et éleveurs. Son objectif initial, selon plusieurs conseillers municipaux et techniciens interrogés, était de favoriser une cohabitation harmonieuse entre éleveurs, agriculteurs et pêcheurs. En pratique, ces acteurs ont souligné que sa mise en œuvre repose sur une subdivision de l'espace communal en zones de vocation assorties de règles d'accès et de gestion précises. La communauté rurale de Rosso Béthio avait servi de site pilote pour expérimenter le dispositif avant sa généralisation à d'autres communes du delta et de la moyenne vallée. Aujourd'hui, le champ d'application du POAS s'est progressivement élargi, grâce à l'appui des partenaires techniques et financiers. Toutefois, son appropriation locale demeure variable selon les contextes.

Les unités pastorales (UP)

Tout comme le POAS, l'UP est un outil communal, mais conçu à l'échelle d'une aire de desserte d'un point d'eau, généralement un forage ou un puits. Contrairement au POAS, l'UP se concentre principalement sur la gestion des ressources agrosylvopastorales, bien que des modèles récents intègrent d'autres thématiques, telles que la restauration des écosystèmes ou la prévention et la gestion des conflits. Sa mise en place repose sur un long processus participatif aboutissant à l'adoption d'une convention locale et d'un arrêté communal, arrêté validé par le représentant de l'État, en l'occurrence le sous-préfet, ce qui lui confère une reconnaissance officielle. L'UP est structurée autour d'un plan de gestion et d'un cadre de concertation dans lequel les différents usagers des ressources peuvent échanger et définir ensemble des règles adaptées à leur territoire. L'introduction des UP dans le Ferlo remonte aux années 1990 avec le Projet d'appui à l'élevage (PAPEL), bien que les premières expérimentations aient eu lieu au Sénégal oriental dans le cadre du Projet de développement de l'élevage au Sénégal oriental (PDESO) à partir des années 1980. Ainsi, grâce à l'appui de divers programmes, les UP se sont progressivement multipliées, couvrant aujourd'hui la quasi-totalité des communes du Ferlo et de ses zones limitrophes. On en dénombre actuellement plus de cent vingt, mettant en œuvre des approches et des modalités de gestion diverses.

Le tableau II met en évidence les principales compétences transférées aux collectivités territoriales dans le cadre de la décentralisation, en lien avec la gouvernance des ressources pastorales. Il montre que si des outils de planification comme les POAS, les PLD et les unités pastorales offrent un cadre potentiel d'intégration du pastoralisme, leur mise en œuvre reste confrontée à de nombreux défis. Les conflits d'usage, la pression foncière, la perte d'espaces pastoraux et la dégradation des ressources naturelles témoignent d'une faible prise en compte des spécificités des pratiques pastorales dans les politiques locales. Par ailleurs, la dispersion des responsabilités entre acteurs, l'absence de dispositifs adaptés, comme une planification intercommunale, limitent la portée des réformes.

En outre, le transfert de la compétence d'aménagement du territoire confère aux communes un rôle central dans la sécurisation de la mobilité pastorale. La délimitation des couloirs de transhumance et la planification des infrastructures pastorales constituent des enjeux majeurs, mais demeurent insuffisamment intégrées dans des outils de planification souvent conçus selon des logiques sédentaires. Cette inadéquation fragilise la continuité des parcours et alimente les tensions d'usage autour de l'espace.

Le décalage entre les compétences transférées et la réalité du pastoralisme mobile interroge l'efficacité des dispositifs de gouvernance territoriale actuels à garantir une gestion durable et équitable des ressources agrosylvopastorales.

Entre légitimité fragile et contraintes financières : les défis persistants des POAS et UP

L'analyse des informations collectées sur le terrain a montré que malgré leur nombre croissant et une réactualisation continue par les projets et programmes, le POAS et l'UP restent des outils confrontés à de multiples défis et contraintes se répercutant sur leur fonctionnement. Outre les difficultés opérationnelles auxquelles ils font face, ils peinent parfois à gagner en légitimité, ce qui compromet l'application des règles qu'ils véhiculent. Ces outils n'ont pas également réussi à résoudre tous les défis liés à la gouvernance des ressources. Par exemple, dans les communes situées dans le delta du fleuve Sénégal ayant une longue expérience dans la mise en œuvre des POAS, la recrudescence des conflits entre les usagers de l'espace et des ressources témoigne des difficultés de ces derniers à établir une gestion foncière efficiente qui intègre les différents systèmes de production et modes d'occupation du sol. De tels cas ont été observés dans les communes de Mbane et de Gnith, où les conflits entre utilisateurs de ressources deviennent de plus en plus fréquents autour du lac de Guiers. Au cœur de la zone sylvopastorale (ZSP), les tensions liées à l'accès aux ressources entre éleveurs et agriculteurs, ainsi qu'entre autochtones et transhumants, sont devenues monnaie courante. Ces tensions, pourtant identifiées dans les diagnostics des commissions mises en place dans le cadre des UP, peinent à être anticipées ou régulées de manière effective. Des tensions liées à la compétition autour des ressources ont été relevées dans les communes de Vélingara Ferlo et Barkédji. Il s'agissait de divergences opposant des éleveurs autochtones aux transhumants séréres qui s'installent dans ces deux communes pendant la saison des pluies. Les différences sont généralement relatives à l'occupation des espaces stratégiques tels que les alentours des mares et les parcours collectifs.

Les résultats des entretiens ont également montré que, parmi les principales contraintes entravant l'opérationnalisation de ces outils, figuraient les difficultés financières pour faire fonctionner les organes de pilotage. Dans beaucoup de communes, cela constitue un défi majeur

qui affaiblit le fonctionnement de ces outils. Pour y remédier, l'inscription d'une ligne budgétaire dans le budget annuel des communes serait en cours de discussion au sein des conseils municipaux. Cette ligne permettrait de faire fonctionner les activités d'animation et de concertation et de limiter leur dépendance financière vis-à-vis des projets. Une autre réflexion en cours, spécifique aux UP, consisterait à faire fonctionner les comités grâce aux recettes générées par les forages.

Conflits, sécurisation foncière et recomposition territoriale : les nouveaux défis de la gouvernance des ressources pastorales

Dans les territoires agrosylvopastoraux, l'accès et le contrôle des ressources naturelles constituent un enjeu central de gouvernance, souvent au cœur de dynamiques conflictuelles. Les interactions entre mobilité pastorale, pratiques agricoles et dispositifs de sécurisation foncière reconfigurent les rapports d'usage et les équilibres territoriaux. Dans ce contexte, la décentralisation confère aux collectivités locales un rôle accru dans la gestion foncière, plaçant les autorités municipales au centre des arbitrages et des recompositions en cours.

Les conseils municipaux, désormais responsables de la gestion foncière et de la régulation de l'accès aux ressources naturelles, prennent parfois des décisions qui tendent à favoriser certains groupes au détriment d'autres. Cette situation, bien que souvent involontaire, contribue à accentuer les désaccords et à nourrir les tensions, surtout lorsque les intérêts des différentes parties prenantes ne sont pas suffisamment pris en compte.

La figure 3 illustre le nombre de conflits répertoriés au cours des enquêtes et met en évidence une répartition inégale des tensions liées à l'accès aux ressources naturelles, tant entre les communes qu'entre les différentes zones agroécologiques. Cette disparité reflète les dynamiques locales spécifiques, influencées par une combinaison de facteurs socioéconomiques, environnementaux et de gouvernance.

Tableau II : Compétences transférées, enjeux, outils de planification et défis pour le pastoralisme dans la région du Ferlo au Sénégal /// *Transferred powers, issues, planning tools, and challenges for pastoralism in the Ferlo region of Senegal*

Compétence transférée	Enjeux pour le pastoralisme	Outils de planification	Défis prioritaires	Limites structurelles
Foncier	Sécuriser les parcours et aires de pâturage Reconnaître les droits collectifs des éleveurs Prévenir les accaparements	POAS PLD CLGRN	- Conflits d'usage éleveurs-agriculteurs - Pression foncière croissante	- Ambiguïté autour de la reconnaissance légale du foncier pastoral
Aménagement du territoire	Définir et sécuriser les couloirs de transhumance Définir un zonage compatible avec la mobilité Implanter rationnellement les infrastructures (forages, points d'eau)	POAS UP PLD	- Conversion des parcours en zones agricoles ou urbaines	- Outils de planification peu sensibles aux dynamiques de mobilité
Environnement & ressources naturelles	Gérer durablement les pâturages et points d'eau Lutter contre la déforestation/désertification Restaurer les écosystèmes pastoraux	UP PLD	- Dégradation des ressources - Raréfaction des points d'eau	- Faible intégration du pastoralisme dans les politiques environnementales - Gestion sectorielle dispersée
Planification & développement local	Intégrer le pastoralisme dans les stratégies communales et intercommunales Renforcer la gouvernance inclusive	PLD POAS CLGRN	- Marginalisation des pasteurs dans la décision publique - Coordination intercommunale insuffisante	- Manque de mécanismes de concertation réguliers entre communes et acteurs pastoraux

POAS : Plan d'Occupation et d'Affectation des Sols ; PLD : Plan Local de Développement ; CLGRN : Convention Locale de Gestion des Ressources Naturelles /// POAS: Land Use and Allocation Plan; PLD: Local Development Plan; CLGRN: Local Natural Resource Management Agreement

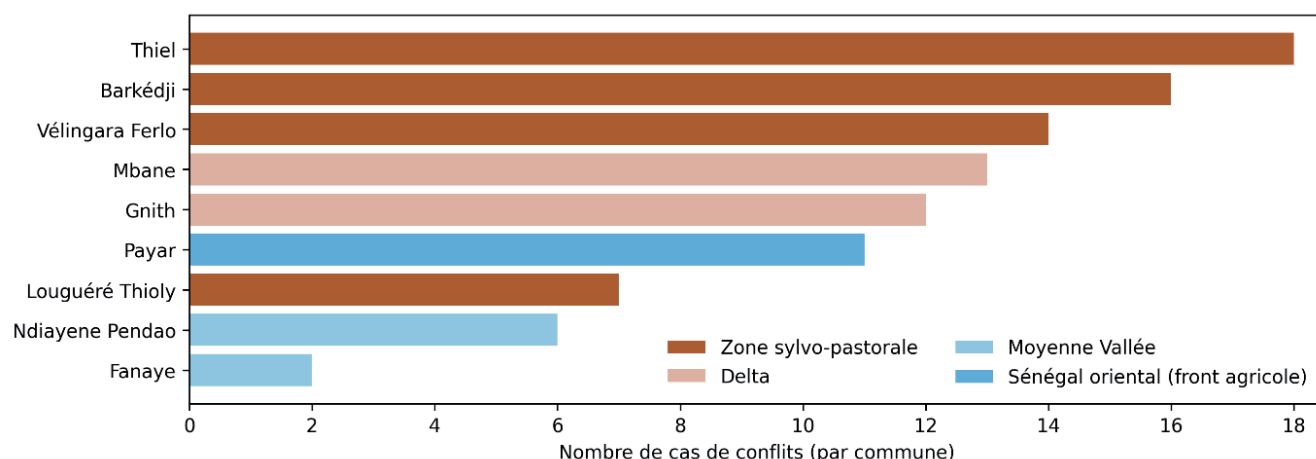


Figure 3 : Nombre de conflits répertoriés selon les communes lors des groupes de discussion et des entretiens semi-directifs menés dans la région du Ferlo au Sénégal /// Number of conflicts listed by municipality during focus group discussions and semi-structured interviews conducted in the Ferlo region of Senegal

Les communes de Thiel, Barkédji et Vélingara Ferlo, situées dans les zones de contact entre bassins agricole et pastoral, ont enregistré respectivement les plus grands nombres de cas de conflit. Ces communes se distinguent par une forte fréquence de tensions opposant agriculteurs et éleveurs, qui s'explique par une pression intense sur les pâturages et les points d'eau, exacerbée par l'arrivée massive d'éleveurs transhumants, aussi bien en saison sèche qu'en saison des pluies. La cohabitation entre ces transhumants et les agriculteurs sédentaires devient alors une source récurrente de tensions en raison des cas de divagation et de séquestration d'animaux.

La répartition spatiale des tensions montre que les communes de Louguéré Thioly, Fanaye et Ndiayène Pendao ont enregistré une fréquence relativement faible de conflits liés à l'accès aux ressources naturelles. À Louguéré Thioly, cette stabilité s'explique selon les acteurs par plusieurs facteurs. D'une part, le faible contact entre pratiques pastorales et agricoles limite les sources de rivalité. D'autre part, le fait que 90 % du territoire communal soit situé dans une réserve sylvo-pastorale freine l'expansion des domaines agricoles, réduisant ainsi la compétition entre terres cultivées et terres de parcours.

Dans les communes de Fanaye et Ndiayène Pendao, la rareté des conflits agropastoraux résulte, selon les personnes interrogées, d'un ensemble de facteurs historiques, socioculturels et institutionnels. Ces territoires, aujourd'hui davantage émetteurs que récepteurs de flux de transhumants, sont caractérisés par une faible densité de passages, limitant les risques de tensions liées à la mobilité du bétail. Il s'y ajoute qu'historiquement, la moyenne vallée, à laquelle appartiennent ces deux communes, est moins exposée aux conflits entre agriculteurs et éleveurs que d'autres zones comme le delta. Cette stabilité s'appuie également sur une forte intégration entre agriculture et élevage, soutenue par des liens socioculturels profonds. La majorité des agriculteurs et des éleveurs appartiennent au même groupe ethnique, ce qui facilite la cohabitation et renforce les relations interprofessionnelles. Toutefois, ces facteurs historiques ne suffisent pas à eux seuls à expliquer la faible fréquence des conflits. La mise en œuvre progressive de mécanismes de gouvernance foncière et de gestion concertée des ressources naturelles locaux a aussi joué un rôle déterminant. L'appui fourni par les projets de développement a contribué au renforcement des capacités locales en matière de gestion participative, favorisant un équilibre entre les différents usages de l'espace. L'installation de panneaux de signalisation autour des zones de vocation, l'élaboration de règles partagées, les concertations régulières, les campagnes de sensibilisation et le renforcement des compétences des acteurs ont contribué à une gouvernance foncière plus inclusive et préventive. La

vitalité des espaces de dialogue accompagnant les outils de planification agropastorale a consolidé cette dynamique. Ces actions ont été mises en place par les communes à travers les comités locaux chargés de la coordination et du suivi de l'application des POAS. Ces comités ont été appuyés par les agents des services techniques déconcentrés et financièrement et techniquement soutenus par la SAED et ses partenaires à travers des projets de développement. Plusieurs commissions municipales ont été impliquées dans cette coordination. Les commissions environnement, des affaires domaniales, agriculture, pêche et élevage ont pris part aux activités de concertation de sensibilisation et de prise de décisions.

Par ailleurs, l'absence d'agroindustrie et d'agrobusiness, contrairement à ce qui est observé dans le delta, notamment autour du lac de Guiers, limite la compétition pour l'accès aux ressources, contribuant ainsi à la stabilité de ces zones.

Quand la proximité avec les collectivités territoriales et la rigidité des règles locales deviennent une contrainte

La décentralisation a transféré aux collectivités territoriales de nouvelles compétences en matière d'aménagement, de planification et de gestion foncière. Ainsi, si, en théorie, cette proximité favorise une meilleure adaptation des règles aux réalités locales, les enquêtes ont révélé que la gouvernance locale tendait souvent à se montrer plus rigide que la logique centralisée. Les conseils municipaux, désormais investis du pouvoir de délibérer sur l'usage des terres, prennent parfois des décisions qui reflètent des rapports de force politiques et communautaires, favorisant certains usagers au détriment d'autres. Un élu communal rencontré à Barkédji a indiqué avec fierté : « Nous sommes désormais maîtres de nos terres. C'est au conseil municipal de décider qui peut cultiver, où l'on met les champs et où passent les troupeaux. » Derrière cette affirmation d'autorité locale, se profile toutefois une vision restrictive de l'espace pastoral, réduit à un territoire communal, alors que la logique pastorale repose sur la mobilité et la continuité des parcours. Dans cette même commune, plusieurs éleveurs interrogés ont souligné le caractère arbitraire de certaines décisions municipales, comme attesté par les propos de l'un de ces éleveurs : « Le maire a attribué des terrains à usage d'habitation sur des pistes de passage du bétail qui mènent aux abreuvoirs. Quand on proteste, on nous dit que la commune est souveraine. » Ce témoignage illustre la manière dont les décisions locales peuvent créer de nouvelles formes d'exclusion et renforcer les tensions intercommunautaires.

La gouvernance centralisée, bien qu'éloignée des réalités locales et souvent critiquée pour son inertie, offrait une certaine cohérence à

travers des cadres réglementaires généraux (lois foncières, textes sur le domaine national). Avec la décentralisation, cette cohérence est fragmentée, et les mécanismes de gestion locale se heurtent à des enjeux de légitimité et d'équité. Comme l'ont affirmé deux agents des services techniques rencontrés à Linguère et à Podor : « Avant, on critiquait l'État parce qu'il décidait depuis Dakar. Aujourd'hui, ce sont les communes qui gèrent, mais elles n'ont pas toujours les moyens ni la neutralité pour le faire. »

Ainsi, la rigidité de la gouvernance locale ne réside pas seulement dans l'application stricte des règles, mais dans le fait qu'elle tend à figer les espaces en fonction de frontières administratives et d'intérêts politiques, là où la logique pastorale exige de la flexibilité et une gestion intercommunale. Cette contradiction entre une gestion territorialisée et une pratique spatiale extensive est au cœur de nombreux conflits observés dans le Ferlo. Ces conflits ne résultent pas uniquement de la rareté des ressources ou de la compétition entre usagers, mais aussi d'une gouvernance locale qui, loin d'apporter des solutions, peuvent parfois les accentuer en générant des blocages ou des frustrations chez les différents usagers de l'espace et les ressources. Le défi pour les communes et les acteurs locaux implique dans la gouvernance des ressources réside dans leur capacité à renforcer les mécanismes de gouvernance intercommunale et participative capables de concilier les impératifs administratifs avec les logiques socioécologiques de la mobilité pastorale.

De l'usage collectif à la multiplication de demandes d'affectation : une reconfiguration des pratiques foncières pastorales portée par des logiques multiples

Dans les communes du Ferlo, l'intérêt croissant des éleveurs pour l'acquisition de terres traduit une volonté de sécuriser durablement l'activité pastorale face à une pression foncière grandissante. L'évolution des usages, la concurrence entre autochtones et transhumants, ainsi que les aménagements à grande échelle dans les zones pastorales contribuent à fragiliser les parcours collectifs. En réponse à ces enjeux, de plus en plus d'éleveurs, individuellement ou collectivement, introduisent des demandes d'affectation de terres à usage pastoral auprès des conseils municipaux. Cette dynamique marque une rupture avec les pratiques traditionnelles, témoignant d'un changement

profond dans la manière dont les pasteurs envisagent leur rapport au foncier.

Ce phénomène, encore récent, s'intensifie notamment dans les zones stratégiques situées près des points d'eau, des grands forages ou des campements majeurs. Il prend des formes variées, allant d'initiatives portées par les éleveurs à des projets communautaires soutenus par des ONG ou des initiatives locales. Les dynamiques observées dans la commune de Gnith illustrent bien cette évolution. Sur demande des communautés pastorales, le conseil municipal a affecté 4 000 hectares à une association d'agropasteurs, officiellement pour des projets d'élevage communautaire. Toutefois, au-delà de la sécurisation productive, cette appropriation territoriale révèle une volonté plus stratégique de faire obstacle à l'expansion de l'agrobusiness, perçu comme une menace pour l'accès aux ressources pastorales autour du lac de Guiers.

Au-delà de cette volonté, deux autres logiques sous-tendent cette tendance. La première est orientée vers l'intensification de l'élevage à travers la mise en place de mini-ranchs intégrant la culture fourragère. Ce type de pratique a été observé à Vélingara Ferlo, où un éleveur politiquement influent a sécurisé un domaine situé à quelques centaines de mètres du forage, afin d'y pratiquer la stabulation et la production de fourrage (figure 4). La seconde logique vise à sécuriser les zones de parcours autour des campements pour tenter de réintroduire le statut de « *hurum* » dans la gestion de l'espace. Le *hurum* désigne un ancien système de gestion de l'espace pastoral et agricole basé sur des interdits, des règles collégiales visant à gérer les ressources et à éviter les conflits entre éleveurs et agriculteurs. Ce système comprenait notamment le *hurum gese* (interdits des champs pour protéger les cultures) et le *hurum durungal* (interdits des pâturages) (Ka *et al.* 2021).

Les demandes d'affectation de terres à usage pastoral, individuelles ou collectives, sont généralement adressées aux conseils municipaux. Elles sont particulièrement observables dans les communes de Vélingara Ferlo et de Barkédji ces dernières années. Cependant, si les conseils municipaux semblent privilégier les affectations collectives, jugées moins risquées en termes de privatisation, cette ruée vers le foncier soulève de nouveaux défis. Elle risque de compromettre la mobilité pastorale en instaurant des logiques d'appropriation foncière



Figure 4 : Ferme de stabulation et de culture fourragère à Vélingara Ferlo au Sénégal /// Livestock and fodder farm in Vélingara Ferlo, Senegal

qui, bien que défensives face à l'expansion agricole, peuvent paradoxalement restreindre l'accès partagé aux ressources.

Évolution des demandes foncières pastorales : logiques plurielles et enjeux émergents

L'analyse temporelle des demandes d'attribution de terres dans les communes du Ferlo entre 1970 et 2020 a mis en évidence une évolution fortement influencée par les dynamiques institutionnelles et les crises foncières successives (figure 5). Elle a révélé une évolution marquée par des ruptures historiques. Avant 1970, les demandes sont restées très peu nombreuses. Cette rareté s'explique par plusieurs facteurs. Jusqu'aux années 1970, les demandes sont restées très peu nombreuses, en raison d'un accès relativement libre aux ressources pastorales, d'une faible pression foncière et d'une centralisation administrative éloignée de la base. La mise en place des communautés rurales dans les années 1970 a marqué une étape charnière qui a ouvert de nouvelles possibilités d'accès formel au foncier. Elle a rapproché les structures décisionnelles des éleveurs et a favorisé la formulation de demandes. Cette période est donc cruciale pour comprendre l'émergence progressive d'une volonté de sécurisation foncière de la part des communautés pastorales.

Sur l'ensemble de la période 1970–2019, près de 50 % des demandes d'affectation de terres ont été formulées entre 2000 et 2010. Cette décennie marque ainsi une hausse particulièrement marquée des requêtes, traduisant une intensification rapide des enjeux fonciers à partir des années 2000. Cette croissance s'explique par une conjonction de facteurs politiques, sociaux et institutionnels. La crise du ranch de Doli en 2003 a constitué un tournant décisif. Le projet de cession par l'État d'une partie du ranch à une personnalité religieuse a suscité de vives contestations de la part des éleveurs, qui ont perçu cette initiative comme une menace directe sur l'une de leurs principales zones de repli. Bien que la décision ait finalement été suspendue, elle a provoqué une prise de conscience aiguë chez les communautés pastorales, en particulier dans les communes de Thiel et Barkédji, où de nombreuses demandes ont alors été déposées pour sécuriser les parcours collectifs.

Cette mobilisation s'est accompagnée d'une intensification des campagnes de sensibilisation portées par les organisations pastorales, les ONG et d'autres acteurs de la société civile, qui ont incité les éleveurs à revendiquer formellement leurs droits fonciers. Parallèlement, le processus de décentralisation, avec le transfert effectif des compétences foncières aux communautés rurales, a rapproché les

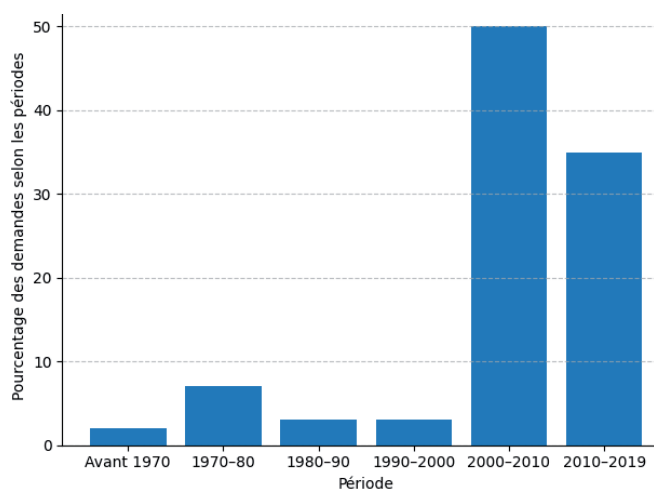


Figure 5 : Évolution des demandes d'attribution de terres à usage pastoral dans le Ferlo au Sénégal (1970–2020) /// Trends in applications for land allocation for pastoral use in Ferlo, Senegal (1970–2020)

structures décisionnelles des populations concernées, facilitant ainsi les démarches d'attribution.

Le cumul des demandes d'affectation de terres formulées entre 2000 et 2019 représente 83 % de l'ensemble des demandes émises sur la période 1970–2019. Cette forte concentration traduit une transformation profonde des stratégies d'accès au foncier pastoral, marquée par un recours de plus en plus systématique aux dispositifs institutionnels formels. Elle révèle également une reconfiguration des rapports entre les communautés pastorales et les institutions locales, dans un contexte caractérisé par l'intensification des tensions liées à la compétition pour l'accès aux ressources naturelles (foncier, pâturages, eau).

■ DISCUSSION

La gestion durable des dynamiques pastorales suppose aujourd'hui une articulation fine entre les différentes échelles territoriales, dans un contexte où les logiques de mobilité se heurtent de plus en plus aux cadres institutionnels de la décentralisation.

S'inscrivant dans les trajectoires pastorales et dans des espaces plus vastes que la commune, la gestion multiscalaire de la mobilité, autrefois facilitée par la faiblesse des densités, se heurte aujourd'hui au maillage de la décentralisation, qui suit ses propres logiques et approches. Ainsi, en dehors de la commune de Louguéré Thioly, où des approches de gestion des ressources pastorales inspirées des anciens pratiques telles que la reconnaissance du « *hurum* » ont été observées, les démarches promues dans les autres communes tendent à appliquer à la lettre les modèles de gestion promus par la décentralisation. Ce qui pourrait creuser la vulnérabilité du pastoralisme dans un contexte de changement climatique et de fragilité environnementale.

Les résultats de cette étude ont révélé que la gestion des ressources pastorales dans un contexte de décentralisation se situait au croisement de réformes institutionnelles et de modes de gouvernance traditionnels aux logiques souvent divergentes. Si la décentralisation apparaît, selon plusieurs acteurs interrogés, comme une opportunité de renforcer la participation des communautés pastorales et de rapprocher la décision des réalités locales, elle tend également à fragmenter les espaces pastoraux et à redéfinir les rapports de pouvoir entre institutions communales, services techniques et pouvoir coutumier. Ces dynamiques contrastées montrent que la décentralisation, loin d'être un processus neutre, peut à la fois favoriser l'inclusion et générer de nouvelles formes de marginalisation. Elle invite dès lors à interroger la capacité des politiques territoriales et des dispositifs de gouvernance locale à prendre en compte les spécificités du pastoralisme, et à promouvoir des mécanismes de gestion des ressources naturelles plus flexibles, plus équitables et mieux adaptés aux contextes de l'incertitude environnementale et institutionnelle.

La communalisation telle qu'elle est aujourd'hui mise en œuvre dans le Ferlo peine à répondre aux logiques de mobilité propres au pastoralisme, dont les dynamiques s'inscrivent bien au-delà des frontières administratives et communale. Cette situation souligne la nécessité de mettre en place des mécanismes de gouvernance multi-niveaux articulant les dimensions spatiales, sociales et institutionnelles afin de mieux accompagner la mobilité pastorale et la gestion des ressources partagées. D'une part, il est crucial de renforcer les capacités des communes afin qu'elles intègrent les enjeux du pastoralisme dans leurs politiques territoriales ; d'autre part, une coordination intercommunale s'impose pour gérer les flux de mobilité et les ressources partagées. L'analyse des résultats a également montré la nécessité de maintenir un rôle stratégique de l'État dans l'organisation du pastoralisme, afin d'atténuer les contraintes liées à la fragmentation des espaces pastoraux et de maintenir une certaine cohérence. À cet effet,

la mise en place d'un Observatoire national du pastoralisme permettrait de suivre les dynamiques du secteur, d'anticiper les crises et d'orienter les politiques publiques.

La reconfiguration des usages de l'espace rural marquée par l'expansion agricole au détriment des parcours pastoraux est aussi ressortie de l'analyse des résultats. Cette dynamique fragilise les pratiques de mobilité et bouleverse les équilibres socioécologiques entre groupes d'utilisateurs, d'où une redéfinition des rapports avec le foncier observée chez les pasteurs dans certaines communes. Les outils de gestion territoriale tels que les POAS et les UP, mis en place depuis les années 1990-2000, ont tenté d'instaurer une gouvernance territoriale concertée. Leur efficacité demeure toutefois variable d'un contexte à un autre. Dans les réserves sylvopastorales, au sein desquelles se concentrent les communes les plus pastorales, l'absence de plans de gestion et de zonages clairs limite l'intégration des pratiques d'élevage aux actions de conservation. Cette situation alimente des tensions récurrentes entre éleveurs et services techniques, notamment ceux des Eaux et Forêts, alors que les espaces considérés constituent souvent les derniers refuges des systèmes pastoraux mobiles. Doter ces réserves de plans de gestion sylvopastorale participatifs, élaborés avec les communautés, permettrait de concilier conservation et production, en définissant clairement zones de pâturage, périodes d'accès et itinéraires de transhumance. Une telle approche favoriserait une réconciliation entre pastoralisme et conservation et une meilleure reconnaissance de la contribution écologique du pastoralisme à la régénération des écosystèmes. Elle renforcerait également la résilience territoriale face au changement climatique, en soutenant des initiatives telles que la régénération naturelle assistée, la mise en défens et les actions de restauration portées par la Grande Muraille Verte.

Les approches de gestion développées dans des territoires à forte vocation pastorale, aussi bien en Afrique de l'Ouest qu'en Afrique de l'Est, offrent des enseignements utiles pour le Ferlo. Au Mali, la mise en œuvre des conventions locales a permis aux acteurs de négocier collectivement les règles d'accès et d'usage des ressources, pâturages, points d'eau, bourgoutières entre agriculteurs, éleveurs et pêcheurs (Fall, 2025). Ces conventions incarnent un modèle de gouvernance partagée, articulant droit coutumier et cadre légal communal, et contribuent à la consolidation de la paix dans un contexte de fragilité. Au Burkina Faso, les chartes foncières locales ont encadré l'accès aux terres et aux ressources naturelles dans un cadre participatif validé par les communes (Karambiri, 2018), tout en institutionnalisant la concertation locale et en prévenant les conflits d'usage. Au Niger, les commissions foncières (COFO) ont été créées dans le cadre de la loi pastorale de 2010. Elles ont permis d'expérimenter des mécanismes de gouvernance adaptés à la spécificité de l'espace pastoral, en reconnaissant les aires pastorales comme étant des unités distinctes de gestion, facilitant ainsi la coordination entre les différents niveaux de pouvoir (village, commune, département) et entre usagers. En Afrique de l'Est, le Kenya illustre une autre forme d'innovation institutionnelle : depuis la dévolution de 2010, les *County Governments* et les *Rangeland Management Councils* assurent la planification foncière et la gestion des parcours, intégrant les besoins de la mobilité pastorale dans les politiques locales. À cela s'ajoute le *Participatory Rangeland Management*, un outil conçu pour promouvoir une gouvernance participative et adaptative des parcours. En Éthiopie, les *Customary Councils* et les *Rangeland Units* ont renforcé la collaboration entre autorités locales et structures coutumières pour la régulation de la mobilité et de l'accès aux ressources. Ce modèle de gouvernance hybride, combinant légitimité traditionnelle et reconnaissance institutionnelle, favorise une gestion souple et concertée des espaces partagés.

■ CONCLUSION

La reconfiguration des modes de gouvernance dans les territoires pastoraux sahéliens s'inscrit dans une dynamique plus large de transformations institutionnelles liées au processus de décentralisation enclenché depuis quelques décennies. À l'instar des mutations observées dans d'autres régions, l'analyse des dynamiques actuelles dans la gestion des ressources pastorales dans le Ferlo a révélé un paradoxe structurant. Alors que les réformes décentralisatrices visaient à rapprocher la gouvernance des ressources naturelles des usagers locaux, elles ont parfois contribué à la fragmentation des espaces pastoraux et au renforcement des tensions et des déséquilibres autour de l'accès aux ressources naturelles. Le modèle de gestion territorialisée, fondé sur des entités administratives fixes, entre en dissonance avec les logiques de mobilité, de régulation coutumière et d'appropriation souple qui caractérisent les systèmes pastoraux. Bien que des outils comme les POAS, les CLGRN et les UP aient apporté des cadres de concertation et de planification locaux, leur efficacité reste inégale, entravée par le manque de moyens, une faible légitimité, et des dynamiques concurrentes entre usagers.

La territorialisation actuelle de la gestion foncière et des ressources naturelles appelle ainsi une refondation des approches pour une gouvernance durable du pastoralisme. Au regard de ce qui est observé dans les territoires pastoraux, il est aujourd'hui essentiel de penser des échelles de gestion plus souples, transversales et multiniveaux, capables d'articuler les logiques locales de mobilité avec une coordination administrative régionale et nationale. Cela suppose, d'une part, le renforcement des capacités techniques et financières des collectivités, et d'autre part, la mise en place de dispositifs intercommunaux adaptés aux pratiques de mobilité des systèmes pastoraux. Dans la pratique, il ne s'agit pas d'opposer la décentralisation au pastoralisme. L'enjeu est plutôt de promouvoir une gouvernance hybride et négociée, qui reconnaisse les droits des pasteurs et valorise leurs pratiques écologiques. Il s'agit aussi d'inscrire le pastoralisme dans des dynamiques de développement territorial inclusives et résilientes, capables de faire face aux enjeux fonciers et socioéconomiques et aux chocs climatiques, économiques, fonciers et sociopolitiques.

Remerciements

Les auteurs tiennent à exprimer leur profonde reconnaissance à l'ensemble des éleveurs pasteurs, des élus locaux et des agents des services techniques rencontrés dans le Ferlo, pour leur disponibilité, leur accueil et leur engagement tout au long du processus de collecte des données. Leur contribution, à travers les échanges, les entretiens et le partage de leurs expériences, a été essentielle à la réalisation de ce travail. Ils remercient également le Pôle Pastoralisme et Zones Sèches (PPZS) ainsi que le CIRAD pour les différentes missions de terrain auxquelles ils les ont associés, missions qui ont permis de consolider la collecte des données et d'approfondir la compréhension des dynamiques pastorales et territoriales.

Financement

Ce travail a été réalisé sans financement spécifique dédié. Il a néanmoins bénéficié de l'appui institutionnel de l'International Livestock Research Institute (ILRI), à travers la mise à disposition de moyens logistiques, d'un environnement de travail favorable et de ressources techniques, qui ont facilité l'analyse des données et la rédaction de l'article.

Conflits d'intérêts

Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêts susceptible d'avoir influencé la conduite de cette recherche, l'analyse des données ou la rédaction du manuscrit. L'étude a été réalisée de manière indépendante, sans interférence d'acteurs institutionnels, financiers

ou politiques, et dans le strict respect des principes d'intégrité scientifique et de neutralité académique.

Contributions des auteurs

BB a assuré la conception et la planification de l'étude, la collecte des données de terrain, ainsi que l'analyse et l'interprétation des résultats. Il a également rédigé la première version du manuscrit et coordonné l'ensemble du processus de révision. JDC a contribué à la révision critique du manuscrit, en apportant des commentaires substantiels sur la structure, le cadre analytique et la cohérence scientifique du texte.

Éthique de la recherche

Cette étude a été menée dans le strict respect des principes éthiques de la recherche en sciences sociales. Tous les participants ont été informés des objectifs de la recherche et de l'utilisation prévue des informations recueillies. Leur participation a été volontaire, et chacun a donné son consentement libre et éclairé avant la conduite des entretiens individuels et des groupes de discussion. L'anonymat des répondants a été garanti, et les données ont été traitées de manière confidentielle.

Accès aux données de la recherche

Conformément au règlement général sur la protection des données (RGPD) de l'Union européenne, aucune donnée personnelle permettant d'identifier directement les participants n'a été conservée ni diffusée. Les données sont conservées de manière sécurisée et accessibles uniquement au chercheur et auteur de cette étude pour un objectif exclusivement scientifique.

Déclaration de l'IA générative dans la rédaction scientifique

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont pas utilisé de technologies assistées par intelligence artificielle dans le processus de rédaction.

REFERENCES

- Agrawal, A., & Ostrom, E. (2001). Action collective, droits de propriété et décentralisation dans l'utilisation des ressources en Inde et au Népal. *Politics & Society*, 29(4), 485-514. <https://doi.org/10.1177/0032329201029004002>
- Benjaminsen, T. A., & Ba, B. (2009). Conflits entre agriculteurs et éleveurs, marginalisation pastorale et corruption : une étude de cas du delta intérieur du Niger au Mali. *Revue Géographique*, 175, 71-81. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4959.2008.00312.x>
- Bourgoin, J., Diop, D., Ba, A., Bouso, A. F., Camara, A. D., Corniaux, C., Dia, D., et al. (2023). *Atlas d'un territoire en transition — Regards sur le delta du fleuve Sénégal*. <https://doi.org/10.19182/agritrop/00190>
- Camara, A. (2013). *Le rapport au changement en société pastorale : le cas des éleveurs du Ferlo et de Colonnat* [Thèse de doctorat, Université de Bourgogne]. Theses.fr. <https://theses.fr/76285>
- Coulibaly, B., & Dorier, E. (2017). Décentralisation politique, patrimonialisation et arrangements locaux : quand les Jowro s'accrochent aux bourgoutières (Delta intérieur du Niger). *Autrepart*, 84(4), 73-90. <https://doi.org/10.3917/autr.084.0073>
- Dia, N. (2014). *Commerce de bétail, villes et développement régional dans la zone sylvopastorale du Sénégal*. [Thèse de doctorat en géographie, Université Gaston Berger de Saint-Louis, Sénégal]. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.33971.58406>
- Fall, A. (2025). Mali Resilience Challenge Fund Program—Les conventions locales : de la prévention des conflits à la paix durable; capitalisation des expériences et leçons apprises. ILRI Project Report. Nairobi, Kenya. ILRI. <https://hdl.handle.net/10568/173383>
- Fall, A. (2014). *Le Ferlo sénégalais : Approche géographique de la vulnérabilité des anthro-systèmes sahéliens* [Thèse de doctorat, Université Paris 13 Sorbonne Cité]. Theses.fr. <https://theses.fr/2014PA131028>
- Fall, M. C. (2017). *Gestion foncière et décentralisation au Sénégal dans un contexte d'acquisition foncière à grande échelle : Cas de la commune de Gnith dans le département de Dagana* [Thèse de doctorat, Université Gaston Berger de Saint-Louis]. Theses.fr. <https://theses.fr/2017BOR30001>
- Gonin, A. (2018). Des pâturages en partage. *Revue internationale des études du développement*, 233(1), 33-52. <https://doi.org/10.3917/ried.233.0033>
- Gonin, A. (2016). Les éleveurs face à la territorialisation des brousses : repenser le foncier pastoral en Afrique de l'Ouest. *Annales De Géographie*, 707(1), 28-50. <https://doi.org/10.3917/ag.707.0028>
- Hiernaux, P., Diawara, M., & Gangneron, F. (2014). Quelle accessibilité aux ressources pastorales du Sahel? L'élevage face aux variations climatiques et aux évolutions des sociétés sahéliennes. *Afrique contemporaine*, 249(1), 21-35. <https://doi.org/10.3917/afco.249.0021>
- Jacquemot, P. (2023). *Le pastoralisme en péril en Afrique*. Policy Center for the New South. https://www.policycenter.ma/sites/default/files/2023-02/PP_02-23_Pierre%20Jacquemot.pdf
- Ka, A., Perrotton, A., Cissé, B., & Goffner, D. (2021). Mieux comprendre la complexification de l'occupation de l'espace pastoral au Ferlo. Un prérequis pour une bonne gestion des ressources naturelles. *VertigO*, 21-2. <https://doi.org/10.4000/vertigo.32507>
- Karambiri, S. (2018). *La gouvernance territoriale par les chartes foncières locales dans la région des Hauts-Bassins (Burkina Faso)* [Thèse de doctorat en géographie, Université Paul Valéry – Montpellier III]. HAL/TEL. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-02155858>
- Lima, S. (2019). Politiques du découpage local au Sénégal sous influences : inachèvement, hybridation, fragmentation. *L'espace politique*, 39(3). <https://doi.org/10.4000/espacepolitique.7476>
- Magrin, G., Ninot, O., & Cesaro, J.-D. (2011). L'élevage pastoral au Sénégal entre pression spatiale et mutation commerciale. *M@ppemonde*, 103, 11203. <http://mappemonde.mgm.fr/num31/articles/art11304.html>
- Marty, A. (1993). La gestion des terroirs et les éleveurs : un outil d'exclusion ou de négociation? *Revue du Tiers Monde*, 34(134), 327-344. <https://doi.org/10.3406/tiers.1993.4756>
- Mauclair, M. (2019). *Jouer avec l'espace : Forage et pouvoirs, une géopolitique locale au nord du Sénégal*. [Thèse de doctorat, Université Bordeaux Montaigne]. HAL. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-03917472>
- Moritz, M. (2016). Open property regimes. *International Journal of the Commons*, 10(2), 688. <https://doi.org/10.18352/ijc.719>
- Mugelé, R., Ninot, O., Dia N'Diaye, N., & Diallo, A. H. (2023). La « crise » des pâturages dans le Ferlo : Une commune tragédie des communs? *Bulletin de l'Association de géographes français*, 100(1). <https://doi.org/10.4000/bagf.10566>
- Ndao, A. (2017). *Vie de relations, mutations territoriales et disparités socioéconomiques et spatiales au Sénégal : l'exemple du bassin arachidier*. [Thèse de doctorat en géographie, Université Gaston Berger].
- Ninot, O., Sakho, P., Diagne, A., Mugelé, R., & Dia, N. (2019). L'autre Ferlo (zone sylvopastorale du nord du Sénégal) : un territoire pas ou plus si marginal? <https://infotron.ird.fr/simmasto/infos/045/reports/2020-Ninot-AutreFerlo-ColloqueAbidjanNov2019.pdf>
- Poteete, A. R., & Ribot, J. C. (2010). Repertoires of Domination: Decentralization as process in Botswana and Senegal. *World Development*, 39(3), 439-449. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2010.09.013>
- Ribot, J.-C. (2004). Décentralisation démocratique des ressources naturelles : choix institutionnel et transfert de pouvoirs discrétionnaires en Afrique subsaharienne. *Public Administration and Development*, 23(1).
- Ribot, J.-C. (2005). Institutional choice and recognition: effects on the formation and consolidation of local democracy. *A natural resource and democracy concept paper*, WRI, Washington, DC.
- Sané, Y. (2016b). La décentralisation au Sénégal, ou comment réformer pour mieux maintenir le statu quo. *Cybergeos*, 796. <https://doi.org/10.4000/cybergeos.27845>
- Scoones, I. (1995). Living with Uncertainty—New directions in pastoral development in Africa. *Practical Action Publishing eBooks*. <https://doi.org/10.3362/9781780445335>
- Thébaud, B., & Batterbury, S. (2001). Sahel pastoralists: opportunism, struggle, conflict and negotiation. A case study from eastern Niger. *Global Environmental Change*, 11(1), 69-78. [https://doi.org/10.1016/S0959-3780\(00\)00046-7](https://doi.org/10.1016/S0959-3780(00)00046-7)
- Turner, M. D., McPeak, J. G., & Ayantunde, A. A. (2014). The role of livestock mobility in the livelihood strategies of rural peoples in semi-arid West Africa. *Human Ecology*, 1, 1-17. <https://doi.org/10.1007/s10745-013-9636-2>
- Turner, M. D. (1999). Conflits, changements environnementaux et institutions sociales en Afrique aride : limites de l'approche de gestion communautaire des ressources. *Society & Natural Resources*, 12(7), 643-657. <https://doi.org/10.1080/089419299279362>

Summary

Ba B., Cesaro J.-D. Transhumance, resources, and decentralization: the need to coordinate different levels to secure pastoral systems in Senegal

Background: In Senegal, decentralization has profoundly transformed territorial governance by transferring the management of land and natural resources to local municipalities. In the sylvopastoral zone of Ferlo, a vast Sahelian territory historically dedicated to mobile livestock herding, this reorganization has resulted in administrative fragmentation often disconnected from the sociospatial logics of pastoralism. **Aim:** This study analyzes the effects of decentralization on the governance of pastoral resources and assesses the relevance of local planning tools, particularly the Land Use and Allocation Plans (POAS) and Pastoral Units (UP), in relation to mobility dynamics. **Methods:** The research draws on qualitative surveys conducted in nine communes across the Ferlo, the Senegal River Valley, and southeastern Senegal, combining semi-structured interviews, focus groups, and field observations involving herders, local authorities, technical services, and partner organizations. **Results:** The findings reveal that spatial fragmentation caused by communalization, overlapping customary and institutional frameworks, and weak intercommunal coordination undermine the governance of shared resources and increase herders' vulnerability. Although POAS and UPs have contributed to structuring local planning, their impact remains limited due to insufficient resources, weak integration of mobility practices, and the predominance of agricultural logics in land allocation decisions. These dynamics have led to growing resource-use conflicts and the gradual marginalization of pastoralism within local policies. **Conclusions:** The study highlights the need for a multi-level governance framework linking municipalities, intercommunal structures, and the national level, and proposes the establishment of a National Pastoralism Observatory to monitor mobility dynamics, strengthen institutional coordination, and guide public policies toward sustainable, inclusive, and resilient management of Sahelian pastoral territories.

Keywords: pastoralism, pastoral land rights, land governance, decentralization, sustainable land management, Senegal

Resumen

Ba B., Cesaro J.-D. Trashumancia, recursos y descentralización: necesidad de articular las escalas para garantizar la seguridad de los sistemas pastorales en el Senegal

Contexto: En el Senegal, la descentralización ha transformado profundamente la gobernanza territorial transfiriendo a los municipios la gestión del territorio y de los recursos naturales. En la zona silvopastoral del Ferlo, amplio territorio saheliano históricamente dedicado a la ganadería móvil, esta reorganización se ha traducido en una parcelación administrativa por lo general desconectada de las lógicas socioespaciales del pastoralismo. **Objetivo:** Este estudio analiza los efectos de la descentralización en la gobernanza de los recursos pastorales y evalúa la pertinencia de las herramientas de planificación local, especialmente los planes de ocupación y de afectación de los suelos (POAS) y las unidades pastorales (UP), ante las dinámicas de movilidad. **Métodos:** El enfoque se basa en encuestas cualitativas llevadas a cabo en nueve municipios del Ferlo, del valle del río Senegal y del sudeste del país, combinando entrevistas semidirrectivas, grupos de discusión (*focus groups*) y observaciones de terreno junto a ganaderos, representantes públicos locales, agentes de servicios técnicos y miembros de organizaciones colaboradoras. **Resultados:** Los resultados revelaron que la fragmentación espacial generada por la comunalización, la superposición de dispositivos tradicionales e institucionales y la falta de coordinación intercomunal, fragilizan la gobernanza de los recursos compartidos y acentúan la vulnerabilidad de los ganaderos. POAS y UP han contribuido a estructurar la planificación local, pero su impacto queda limitado por la insuficiencia de los medios, la poca integración de las prácticas de movilidad y la dominación de las lógicas agrícolas en las decisiones territoriales. Estas dinámicas territoriales se traducen en una multiplicación de los conflictos de uso y una marginalización progresiva del pastoralismo en las políticas locales. **Conclusiones:** El estudio resalta la necesidad de una gobernanza multiescala que articule municipios, mancomunidades y Estado, y propone la creación de un observatorio nacional del pastoralismo para garantizar el seguimiento de las dinámicas de movilidad, reforzar la coordinación institucional y orientar las políticas públicas a favor de una gestión sostenible, inclusiva y resiliente de los territorios pastorales sahelianos.

Palabras clave: pastoralismo, derecho agropastoral, gobernanza de la tierra, descentralización, Ordenación de tierras sostenible, Senegal

Dynamique spatio-temporelle de l'occupation du sol dans le Nord-Est du Sénégal : de l'analyse diachronique à une modélisation prospective

Awa Amadou Sall^{1*} Elhadji Faye¹ Mehdi Saqalli²

Mots-clés

parcours, télédétection, dégradation des terres, modélisation environnementale, perception du changement climatique, cartographie de l'utilisation des terres, Sénégal

OPEN ACCESS

© A.A. Sall *et al.*, 2026
published by Cirad



This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC-BY).

Type: Research article

Submitted: 20 February 2025

Accepted: 22 October 2025

Online: 02 February 2025

DOI: 10.19182/remvt.37698

Résumé

Contexte : Le Nord-Est du Sénégal est une région emblématique de l'élevage pastoral extensif reposant sur la transhumance, au sein de laquelle les éleveurs se déplacent à la recherche de pâturages. **Objectif** : Cette étude analyse la dynamique spatio-temporelle de l'occupation du sol dans le Nord-Est du Sénégal durant la période 2000-2024, avec une perspective de projection à l'horizon 2050. **Méthodes** : L'analyse mobilise trois approches complémentaires : la télédétection multi-temporelle, des enquêtes de terrain et une modélisation prospective. Les dynamiques observées sont étudiées à partir de trois classes d'occupation du sol : surfaces en eau, végétation et catégorie « autres ». Cette dernière regroupe les terres nues, les zones cultivées et les espaces anthropisés. **Résultats** : Les résultats ont révélé une régression rapide et récurrente de la végétation et des surfaces en eau entre novembre et mai, traduisant l'impact saisonnier de la sécheresse sur les écosystèmes sahéliens. À l'échelle interannuelle, une tendance structurelle à la diminution des surfaces végétales (- 43,6 % entre 2000 et 2023) et à l'extension des surfaces « autres » (+ 97,6 %) a été observée, particulièrement marquée après 2013. Les projections à l'horizon 2050 ont suggéré une possible inversion de cette tendance, avec une reprise modérée de la végétation et une légère réduction des surfaces dégradées, notamment sous l'effet des politiques de restauration. Les éleveurs ont confirmé ces évolutions, et souligné les pressions multiples exercées sur les ressources pastorales pendant la saison sèche. **Conclusions** : Ces résultats mettent en évidence l'urgence de renforcer les stratégies d'aménagement durable et les politiques d'adaptation dans un contexte sahélien soumis à des pressions climatiques et anthropiques croissantes.

■ Comment citer cet article : Sall, A. A., Faye, E., & Saqalli, M. (2026). Dynamique spatio-temporelle de l'occupation du sol dans le Nord-Est du Sénégal : de l'analyse diachronique à une modélisation prospective. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 79, 37698. <https://doi.org/10.19182/remvt.37698>

■ INTRODUCTION

L'élevage constitue une activité économique essentielle pour de nombreux ménages sahéliens, notamment dans le Nord-Est du Sénégal, où l'occupation de l'espace est largement dominée par le pastoralisme. La région du Ferlo, caractérisée par un climat semi-aride et des précipitations annuelles oscillant entre 300 et 500 mm du nord au sud,

abrite une importante population de grands et petits ruminants (Ninot, 2008). Les systèmes socioéconomiques locaux reposent principalement sur l'élevage extensif, qui dépend fortement des ressources naturelles telles que les pâturages et les points d'eau. La disponibilité de ces ressources est soumise à une variabilité spatio-temporelle significative, directement influencée par les fluctuations pluviométriques.

La pluviométrie constitue un facteur déterminant pour le reverdissement de la végétation, le remplissage des nappes souterraines et la formation des eaux de surface (Gonin, 2018). Elle joue un rôle crucial dans la distribution et la qualité des pâturages, conditionnant ainsi les mouvements des troupeaux et les stratégies de mobilité des pasteurs (Djohy *et al.*, 2024). Les crises climatiques des décennies précédentes, notamment les sécheresses des années 1970, ont considérablement transformé les pratiques pastorales, en rendant les éleveurs plus vulnérables face aux aléas climatiques (Kongnso *et al.*, 2021).

1. Université Alioune Diop, Institut supérieur de formation agricole et rurale, équipe de recherche Biodiversité-Gestion des ressources naturelles-Changements climatiques, Bambey, Sénégal

2. CNRS, UMR 5602 GEODE – Géographie de l'Environnement, Université Toulouse 2 Jean Jaurès, Toulouse, France

* Pour la correspondance

Tél. : +221 779636261 ; E-mail : awaamadousall@gmail.com

Les variations des précipitations, celles-ci étant souvent imprévisibles et insuffisantes, compromettent la croissance des plantes fourragères et la recharge des nappes phréatiques, limitant ainsi la disponibilité en ressources pour le bétail (Eeswaran *et al.*, 2022).

En conséquence, les éleveurs doivent parcourir de plus grandes distances pour trouver des ressources suffisantes pour leur cheptel (Tschakert & Dietrich, 2010). Ce phénomène de mobilité, appelé transhumance, est un mouvement saisonnier régulier des animaux, dicté par la variabilité saisonnière des précipitations et la disponibilité des pâturages. Pendant la saison sèche, les troupeaux se déplacent vers le sud à la recherche de pâture et d'eau. Cette mobilité suit généralement un gradient pluviométrique nord-sud sur plusieurs dizaines, voire centaines de kilomètres (Gonin, 2018). Le sud offre une plus grande diversité fourragère, tandis que les troupeaux remontent progressivement vers le nord au début de la saison des pluies, au rythme des premières repousses (Ninot *et al.*, 2019).

Les mutations des pratiques pastorales ont été amplifiées par le développement des infrastructures hydrauliques dans le Ferlo. L'installation de forages et de puits permanents a favorisé la sédentarisation de certains groupes nomades autour de ces points d'eau (Saqalli *et al.*, 2021). Cette concentration prolongée du bétail a entraîné une pression accrue sur les pâturages environnants, conduisant à des phénomènes de surpâturage et de dégradation des sols. Bien que ces infrastructures aient réduit les contraintes saisonnières liées à l'accès à l'eau, elles ont parallèlement renforcé la vulnérabilité des systèmes pastoraux, en maintenant des pratiques extensives sans véritable transformation structurelle (Sy, 2010). L'évolution du couvert arboré dans l'ensemble du Ferlo a été fortement altérée : entre 1955 et 2012, on observe une diminution significative de la densité en ligneux, conséquence des sécheresses récurrentes, de la coupe du bois et de l'exploitation des ressources végétales à des fins domestiques et pastorales (Dendoncker *et al.*, 2015). L'analyse diachronique des paysages dans la commune de Tèssékéré confirme cette tendance : près de 66 % du territoire a connu des changements dans l'occupation des sols entre 1984 et 2015, notamment la régression des savanes arborées et steppiques au profit des savanes arbustives et de plantations récentes (Sylla *et al.*, 2019). Ces changements sont attribués à la fois à des facteurs naturels, tels que la sécheresse, et à des influences anthropiques, en particulier la présence accrue de populations anciennement transhumantes (Sylla *et al.*, 2019).

La perte de biodiversité végétale résultante affecte directement la qualité des ressources fourragères disponibles (Hiernaux *et al.*, 2017). Ce phénomène impacte la disponibilité alimentaire pour les troupeaux, fragilisant davantage les systèmes pastoraux déjà vulnérables aux aléas climatiques.

Dans cette étude, il s'agissait d'analyser la dynamique spatio-temporelle de l'occupation du sol dans le Nord-Est du Sénégal à partir de séries temporelles de données satellitaires acquises entre 2000 et 2024, avec une perspective de projection à l'horizon 2050. Alors que de nombreuses recherches se sont intéressées aux changements d'occupation du sol à travers des comparaisons interannuelles (Lu *et al.*, 2013 ; Wibowo *et al.*, 2016), la particularité de cette étude a résidé dans l'analyse intra-annuelle de l'évolution des formations végétales pendant la saison sèche. Plus précisément, l'évolution de la couverture du sol a été observée à travers trois fenêtres temporelles stratégiques sélectionnées pour suivre la dessiccation progressive de la végétation (novembre, mars et mai).

L'analyse de la dynamique saisonnière constitue un levier pertinent pour la compréhension fine des processus de dégradation des terres, en particulier dans les contextes sahéliens caractérisés par une forte variabilité climatique et une sensibilité accrue à l'aridification (Brandt *et al.*, 2016). Cette démarche permet ainsi de détecter des transitions écologiques souvent imperceptibles à l'échelle annuelle, telles que la

régression précoce de la biomasse herbacée ou les signaux de résilience de certains types de végétation face au stress hydrique.

■ MATERIEL ET METHODES

Site d'étude

Le Nord-Est du Sénégal, situé entre 14° 30' et 16° 30' de latitude nord et 13° 30' et 15° 30' de longitude ouest, s'étend sur une superficie de 56 920 km², soit 28,9 % du territoire sénégalais. Il couvre les départements de Podor, Matam, Kanel, Linguère et Ranérou et se caractérise par une diversité de formations végétales qui jouent un rôle central dans les systèmes pastoraux (figure 1). Cette zone est dominée par des savanes et des steppes arborées et arbustives et des petites forêts claires localisées dans la vallée du fleuve.

Les savanes arborées et arbustives occupent une part importante des terres du Nord-Est du Sénégal, principalement dans les départements de Matam, Ranérou et Kanel. Ces formations sont dominées par des espèces telles que : *Acacia senegal* (Patouki), *Acacia seyal* (Bulbi), *Faidherbia albida* (Thiaski), *Pterocarpus lucens* et *Balanites aegyptiaca* (Mourtoki), dont les noms d'espèces en langue pulaar sont mentionnés entre parenthèses.

Ces arbres, particulièrement adaptés aux climats sahéliens, jouent un rôle clé dans les écosystèmes pastoraux. Les espèces d'acacia, en général, sont précieuses pour la nutrition du bétail, surtout pendant les saisons sèches (Dynes & Schlink, 2002). Les feuilles d'*Acacia senegal* ont une excellente valeur nutritionnelle, avec une teneur élevée en azote digestible et de faibles teneurs en tanins. *Faidherbia albida* est connu pour son effet fertilisant sur les sols et sa capacité à fournir un fourrage de qualité sous forme de feuilles et de gousses, particulièrement pendant la saison sèche (Sarr *et al.*, 2011).

Les savanes arborées permettent également de maintenir une biodiversité essentielle pour les écosystèmes pastoraux en stabilisant les sols et en favorisant la croissance des graminées. Ces dernières, associées aux feuilles et fruits des arbres, offrent une ressource alimentaire équilibrée et accessible tout au long de l'année, réduisant ainsi la vulnérabilité des troupeaux face aux aléas climatiques.

Les steppes arbustives, présentes dans les zones périphériques des savanes, sont dominées par des espèces comme *Ziziphus mauritiana* (Jaboulé), *Combretum glutinosum* (Doko) et *Guiera senegalensis* (Nguélouki). Ces espèces jouent un rôle stratégique dans l'alimentation des caprins et ovins (Eeswaran *et al.*, 2022). Les feuilles et les fruits de *Ziziphus mauritiana* sont particulièrement appréciés par les caprins (figure 2).

Collecte des données

La collecte de données s'est appuyée sur l'acquisition des images satellites et la réalisation d'enquêtes de terrain auprès des ménages.

Données satellitaires et cartographiques

Les limites administratives, le modèle numérique de terrain, les routes et cours d'eau ont été obtenus auprès de l'Agence nationale de l'aménagement du territoire (ANAT) du Sénégal. Les images satellitaires Landsat 7 (capteur ETM+) pour 2000-2001, Landsat 8 pour 2013-2014, ainsi que Sentinel-2 *Surface Reflectance Harmonized* pour 2023-2024 (tableau I) ont été utilisées. Elle sont accessibles via la plateforme Google Earth Engine (GEE). Seules les images avec une couverture nuageuse inférieure à 20 % ont été retenues.

Les acquisitions correspondaient aux mois de novembre, mars et mai, pendant la saison sèche, car l'absence fréquente d'images de qualité durant la saison des pluies rendrait l'interprétation peu fiable. Ce choix temporel facilite l'analyse de la période de soudure animale au

cours de l'année. Initialement prévue pour une analyse diachronique tous les dix ans, l'étude s'est concentrée sur les années 2013-2014 en raison de l'absence de données exploitables sans nuages durant la période 2003-2010.

Enquête de terrain et échantillonnage

Des enquêtes de terrain ont été conduites entre juin 2022 et septembre 2023 auprès de deux cent quarante ménages agropastoraux disposant d'un cheptel d'au moins dix animaux. La sélection des ménages s'est appuyée sur les données du recensement de l'année 2013 fournies par l'Agence nationale de la statistique et de la

démographie (ANSD). La taille de l'échantillon a été déterminée selon la formule de Slovin, en garantissant une marge d'erreur de 5 %, ce qui assure la représentativité statistique de l'échantillon :

$$n = N / (1 + N \times e^2)$$

où n est la taille de l'échantillon ; N la population totale ; et e la tolérance d'erreur (soit une marge d'erreur de 5 % pour un niveau de confiance de 95 %).

La sélection des communes à enquêter a été réalisée en combinant une analyse préalable des plans locaux de développement (PLD) disponibles avec des entretiens auprès des maires lorsque ces

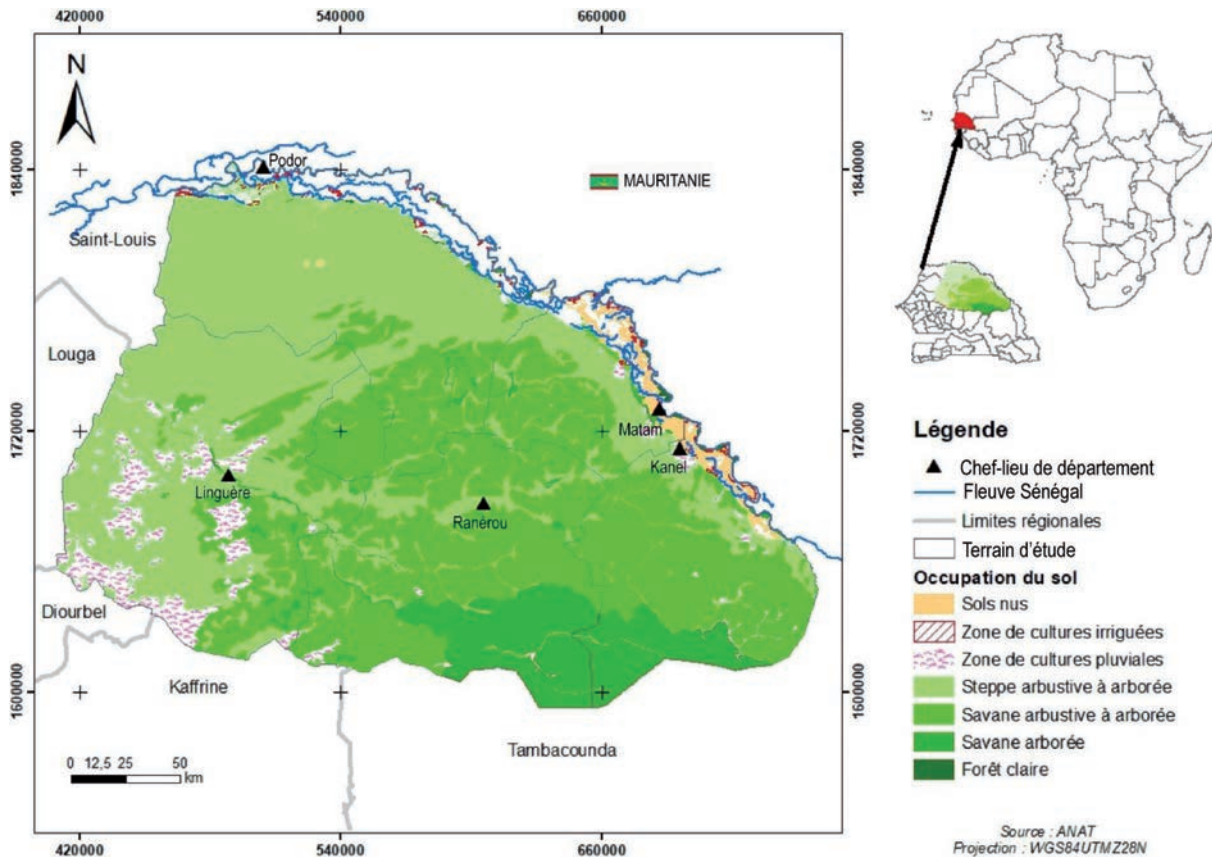


Figure 1 : Localisation et occupation du sol dans le Nord-Est du Sénégal /// Location and land use in northeastern Senegal



Figure 2 : Des chèvres broutant Ziziphus mauritania dans le Nord-Est du Sénégal /// Goats grazing on Ziziphus mauritania in northeastern Senegal

Tableau 1 : Caractéristiques des images satellitaires utilisées pour l'analyse diachronique : capteurs, dates d'acquisition et résolutions spatiales /// *Characteristics of satellite images used for diachronic analysis: sensors, acquisition dates, and spatial resolutions*

Images satellitaires	Date d'acquisition		Résolution spatiale (m)
	Année	Intervalle de temps	
Landsat 7 ETM + C2 L2	2000	Entre les 20 et 25 novembre	30
	2001	Entre les 20 et 25 mars	30
	2001	Entre les 19 et 28 mai	30
Landsat 8-9 OLI/TIRS C2 L2	2013	Entre les 24 et 29 novembre	30
	2014	Entre les 12 et 20 mars	30
	2014	Entre les 22 et 30 mai	30
Sentinel-2A	2023	Entre les 12 et 20 novembre	10
	2024	Entre les 15 et 23 mars	10
	2024	Entre les 22 et 29 mai	10

ETM+ : Enhanced Thematic Mapper Plus ; OLI : Operational Land Imager ; TIRS : Thermal Infrared Sensor ; C2 L2 : Collection 2, Level 2 (produits corrigés de l'atmosphère /// *atmosphere-corrected products*) ; Sentinel-2A : *satellite optique du programme Copernicus* /// *optical satellite of the Copernicus program (ESA)*

documents faisaient défaut. Cette démarche visait à identifier les communes présentant des caractéristiques agricoles comparables tout en excluant celles où l'agriculture est marginale, notamment certaines communes urbaines. Ainsi, quinze communes sur soixante-six ont été retenues, incluant dix rurales et cinq urbaines.

Au sein de chaque commune rurale, trois villages ont été choisis pour la collecte des données, tandis que trois quartiers ont été sélectionnés dans les communes urbaines. Pour les communes de Linguère et Dahra, où l'élevage domine, les enquêtes ont eu lieu principalement sur les marchés hebdomadaires, qui sont des espaces stratégiques assurant une diversité représentative des éleveurs. Au total, quarante entretiens ont été réalisés auprès d'éleveurs pour ces deux communes.

Cette méthodologie rigoureuse, combinant des sources statistiques officielles et une connaissance fine des transformations locales, a garanti la qualité et la pertinence des données collectées pour analyser les pratiques agropastorales dans la zone d'étude.

Traitement de données

Prétraitement des images satellitaires

Les images Landsat (Landsat 7 et 8) et Sentinel-2 ont été soumises à un prétraitement spécifique visant à garantir la qualité et la comparabilité des données avant analyse. Pour chaque capteur, les opérations suivantes ont été réalisées :

- Masquage des nuages et des pixels invalides : Pour les images Landsat, le masque qualité QA_PIXEL a été exploité en utilisant des opérations logiques sur les bits indiquant la présence de nuages (bit 3) et d'ombres de nuages (bit 4). Pour les images Sentinel-2, un masque a été appliqué via la bande qualité QA60 pour exclure les pixels affectés par les nuages et les cirrus, conformément aux bits dédiés.
- Correction radiométrique et conversion en réflectance de surface : Les bandes spectrales sélectionnées pour les images Landsat (B1, B2, B3, B4, B5, B7) ont été corrigées à l'aide des coefficients de gain et de biais fournis par l'USGS (*United States Geological Survey*), pour obtenir la réflectance de surface normalisée. Pour les images Sentinel-2, après masquage, les bandes SWIR1 (B11), NIR (B8) et Rouge (B4) ont été converties en réflectance en divisant les valeurs brutes par 10 000, conformément aux standards du capteur MSI.

Cette harmonisation garantissait la robustesse et la comparabilité inter-sources des données à exploiter.

Création de la mosaïque d'images

Les images prétraitées ont été combinées en une mosaïque composite, recadrée selon les limites de la zone d'étude. La fusion s'est effectuée par médiane pixel à pixel afin de réduire les effets résiduels de nuages et anomalies spectrales. La mosaïque a été visualisée en fausses couleurs composites (NIR, Rouge, Vert, bandes B8, B4, B3 pour les images Sentinel-2 ou équivalentes pour les images Landsat) afin de faciliter la discrimination visuelle des classes d'occupation du sol, notamment la végétation.

Constitution des points d'entraînement

Trois classes thématiques ont été définies, correspondant à des classes d'occupation du sol : surfaces en eau, végétation et autres (sols nus, zones de cultures, bâtis). Des échantillons représentatifs d'occupation du sol ont été digitalisés et importés sous forme de *Feature Collection* dans la plateforme GEE, chaque point étant annoté par sa classe. Pour assurer la cohérence diachronique, ces zones d'entraînement ont été soigneusement choisies comme *étant* représentatives et communes à toutes les périodes analysées. Ces zones consistaient notamment en parties du fleuve Sénégal (eau), de la savane arborée (végétation), ainsi que des routes, bâtis et sols nus (autres).

Classification supervisée

Un classificateur *Random Forest* (cinq cents arbres, graine aléatoire (*seed*) fixée pour garantir la reproductibilité des résultats) a été entraîné sur les valeurs spectrales extraites aux points d'entraînement, la variable réponse étant la classe d'occupation du sol. Le modèle final a ensuite été appliqué à l'image mosaïque pour réaliser la classification pixel à pixel.

Évaluation de la performance du modèle

Les performances du modèle de classification ont été évaluées à partir d'une matrice de confusion construite en comparant les classes prédites aux points d'entraînement. Plusieurs indicateurs ont été calculés : l'exactitude globale, qui exprime la proportion totale de points correctement classés ; l'indice de Kappa, qui mesure le niveau d'accord entre prédictions et réalité en corrigeant l'effet du hasard ; la précision des producteurs, qui indique la part de pixels réellement appartenant à une classe et correctement identifiés (taux d'omission) ; et la précision des utilisateurs, qui correspond à la proportion de pixels classés dans une catégorie et réellement issus de celle-ci (taux de commission). Ces métriques, présentées dans le tableau III, offrent une appréciation complémentaire de la fiabilité du modèle, tout en rappelant qu'une validation croisée ou indépendante demeure préférable pour limiter les biais liés à l'utilisation des mêmes données pour l'apprentissage et l'évaluation. Les images classifiées ont ensuite été exportées sous ArcMap 10.8 pour la vectorisation des unités d'occupation du sol, le calcul de leurs superficies et la production cartographique.

Analyse des changements d'occupation du sol

La dynamique des classes a été analysée par le calcul des taux de changement selon les indicateurs suivants :

$$(1) \quad Tg = \frac{S_2 - S_1}{S_1} * 100$$

$$(2) \quad Tc = \frac{\ln S_2 - \ln S_1}{(t_2 - t_1) * \ln e} * 100$$

$$(3) \quad \Delta_s = \frac{S_2 - S_1}{t_2 - t_1}$$

Tableau II : Précision des classifications supervisées des images satellitaires (2000–2024) : exactitude globale, indice de Kappa et métriques par classe (Eau, Végétation, Autres) /// *Accuracy of supervised classifications of satellite images (2000–2024): overall accuracy, Kappa index, and metrics by class (Water, Vegetation, Other)*

Date	Précision globale	Indice de Kappa	Classe	Précision des producteurs	Précision des utilisateurs	Erreur omission	Erreur commission
Novembre 2000	0,98	0,98	Eau	0,97	1	0,03	0
			Végétation	0,98	0,98	0,02	0,02
			Autres	1	0,984	0	0,02
Mars 2001	1	1	Eau	1	1	0	0
			Végétation	1	1	0	0
			Autres	1	1	0	0
Mai 2001	1	1	Eau	1	1	0	0
			Végétation	1	1	0	0
			Autres	1	1	0	0
Novembre 2013	0,98	0,96	Eau	1	1	0	0
			Végétation	1	0,96	0	0,04
			Autres	0,91	1	0,09	
Mars 2014	1	1	Eau	1	1	0	0
			Végétation	1	1	0	0
			Autres	1	1	0	0
Mai 2014	0,96	0,94	Eau	1	1	0	0
			Végétation	0,95	0,97	0,05	0,04
			Autres	0,95	0,93	0,05	0,07
Novembre 2023	0,99	0,99	Eau	1	1	0	0
			Végétation	0,99	1	0,01	0
			Autres	1	0,98	0	0,02
Mars 2024	1	1	Eau	1	1	0	0
			Végétation	1	1	0	0
			Autres	1	1	0	0
Mai 2024	1	1	Eau	1	1	0	0
			Végétation	1	1	0	0
			Autres	1	1	0	0

Le tableau présente les résultats de l'évaluation de la précision des classifications supervisées des images satellitaires acquises entre 2000 et 2024. Les indicateurs utilisés sont : (i) la précision globale, mesurant la proportion totale de pixels correctement classés ; (ii) l'indice de Kappa, évaluant le degré d'accord entre la classification et la réalité de terrain au-delà du hasard ; (iii) la précision des producteurs, indiquant la probabilité qu'un pixel d'une classe donnée soit correctement identifié ; (iv) la précision des utilisateurs, représentant la probabilité qu'un pixel classé appartienne réellement à cette classe ; (v) l'erreur d'omission, correspondant aux pixels d'une classe non détectés par la classification ; et (vi) l'erreur de commission, correspondant aux pixels attribués à tort à une classe. Les valeurs sont présentées pour les trois classes cartographiées : Eau, Végétation et Autres /// *The table presents the results of the accuracy assessment of supervised classifications of satellite images acquired between 2000 and 2024. The indicators used are: (i) overall accuracy, measuring the total proportion of correctly classified pixels; (ii) the Kappa index, assessing the degree of agreement between the classification and the reality on the ground beyond chance; (iii) producer accuracy, indicating the probability that a pixel in a given class will be correctly identified; (iv) user accuracy, representing the probability that a classified pixel actually belongs to that class; (v) the omission error, corresponding to pixels of a class not detected by the classification; and (vi) the commission error, corresponding to pixels incorrectly assigned to a class. The values are presented for the three mapped classes: Water, Vegetation, and Other.*

où $S1$ est la superficie d'une classe d'unité à la date $t1$; $S2$ la superficie de la même classe d'unité à la date $t2$; ln le logarithme népérien ; e la base des logarithmes népériens ($e = 2,71828$) ; Tg le taux de changement global ; Tc le taux moyen annuel d'expansion spatiale ; et Δs la vitesse de variation (extension ou régression en km^2 par mois ou par an).

Ces taux, inspirés des méthodes recommandées par la FAO (1996) et Bernier (1992), quantifient l'expansion ou la régression des classes. Les valeurs positives indiquent un gain de surface, les valeurs négatives une perte, et les valeurs proches de zéro reflètent une stabilité.

Projection du changement d'utilisation des terres à l'horizon 2050

Pour simuler les changements d'occupation des sols à l'horizon 2050, la modélisation prospective a été réalisée à l'aide du module MOLUSCE (Modules for Land Use Change Evaluation) intégré à QGIS, un logiciel de système d'information géographique (SIG) (Iskandar *et al.*, 2024). Cet outil combine l'analyse d'images satellitaires, des réseaux de neurones artificiels et des automates cellulaires pour projeter l'évolution de la couverture terrestre et générer

Tableau III : Synthèse des variations de superficie des unités d'occupation des sols entre novembre 2000 et mai 2001 au Nord-Est du Sénégal
/// Summary of changes in land use area between November 2000 and May 2001 in northeastern Senegal

Unité d'occupation du sol	Novembre 2000		Mars 2001		Bilan état de surface novembre 2000-mars 2001	
	Superficie (km ²)	%	Superficie (km ²)	%	Tg	Δ _s
Eau	236	0,4	135	0,2	- 42,8	- 25,3
Végétation	39 147	68,8	24 585	43,2	- 37,2	- 3 640,5
Autres	17 531	30,8	32 200	56,6	83,7	3 667,3
Total	56 920	100	56 920	100		

Unité d'occupation du sol	Mars 2001		Mai 2001		Bilan état de surface mars 2001-mai 2001	
	Superficie (km ²)	%	Superficie (km ²)	%	Tg	Δ _s
Eau	135	0,2	100	0,2	- 2,7	- 17,5
Végétation	24 585	43,2	18 588	32,7	- 24,4	- 2 998,5
Autres	32 200	56,6	38 232	67,1	18,7	3 016,0
Total	56 920	100	56 920	100		

Unité d'occupation du sol	Novembre 2000		Mai 2001		Bilan état de surface novembre 2000-mai 2001	
	Superficie (km ²)	%	Superficie (km ²)	%	Tg	Δ _s
Eau	236	0,4	100	0,2	- 57,6	- 22,7
Végétation	39 147	68,8	18 588	32,7	- 52,5	- 3 426,5
Autres	17 531	30,8	38 232	67,1	118,1	3 450,2
Total	56 920	100	56 920	100		

Tg : taux de changement global ; Tc : taux moyen annuel d'expansion spatiale ; et Δs la vitesse de variation (extension ou régression en km² par mois ou par an)
/// Tg: overall rate of change; Tc: average annual rate of spatial expansion; and Δs: rate of change (expansion or regression in km2 per month or per year)

différents scénarios futurs (Issiako *et al.*, 2022). MOLUSCE utilise des approches intégrant automates cellulaires et réseaux de neurones artificiels pour simuler l'évolution spatio-temporelle et générer des scénarios d'évolution future de l'occupation des sols (Muhammad *et al.*, 2022). Ce module exploite des cartes classifiées d'occupation du sol à différentes dates et intègre des facteurs spatiaux explicatifs tels que la pente, l'altitude et la distance aux infrastructures routières ou aux plans d'eau (Dhiman *et al.*, 2022). Des études menées au Brésil, au Bénin, en Indonésie et à Madagascar ont démontré sa robustesse, avec des indices de Kappa variant de 0,65 à 0,72, ce qui indique une bonne précision des modèles prédictifs (Iskandar *et al.*, 2024).

La modélisation prospective de l'occupation du sol a été réalisée à l'aide du module MOLUSCE (*Module for Land Use Change Evaluation*) sous QGIS. MOLUSCE utilise des approches intégrant automates cellulaires et réseaux de neurones artificiels pour simuler les changements spatio-temporelle et générer des scénarios d'évolution future de l'occupation des sols (Muhammad *et al.*, 2022). Ce module exploite des cartes classifiées d'occupation du sol à différentes dates et intègre des facteurs spatiaux explicatifs tels que la pente, l'altitude et la distance aux infrastructures routières ou aux plans d'eau (Dhiman *et al.*, 2022).

La calibration du modèle s'est appuyée sur les données de Land Use/Land Cover (LULC) de novembre 2000 et novembre 2013, afin de projeter la situation en novembre 2023. Les variables explicatives considérées incluaient des cartes de pente, de distances aux routes et au fleuve Sénégal. Le modèle a été entraîné à l'aide d'un réseau de neurones artificiels, avec 1 000 itérations, un taux d'apprentissage de 0,1, une taille de voisinage de 1 × 1 pixel, dix couches cachées et une quantité de mouvement fixée à 0,05, afin d'optimiser l'apprentissage tout en assurant la capture des non-linéarités complexes présentes dans les données.

Après validation, ce modèle a permis de réaliser des projections de l'occupation du sol pour l'année 2050. Afin de tenir compte de la variabilité intra-annuelle et des tendances saisonnières, les projections ont été réalisées spécifiquement pour les mois de novembre (année N), mars et mai (année N+1). Les modèles de projection se sont appuyés sur les cartes d'occupation du sol de 2000/2023 (pour novembre), 2001/2024 (pour mars) et 2001/2024 (pour mai), en intégrant systématiquement les variables explicatives spatiales retenues. Le LULC intermédiaire de 2013 ou 2014 a servi de référence pour renforcer la robustesse de la calibration. Les scénarios ainsi produits ont intégré les tendances historiques observées et les interactions spatiales des facteurs déterminants, permettant de ce fait d'anticiper la dynamique future des systèmes agroécologiques de la zone d'étude.

■ RESULTATS

Cette étude a analysé l'évolution de l'occupation du sol au Sénégal de novembre à mai. Elle a couvert trois types d'occupation des sols : les zones en eau, les surfaces végétales et la catégorie « autres ».

Analyse spatio-temporelle de l'évolution des terres entre novembre et mai

L'évolution de l'occupation des terres entre les mois de novembre et mai a révélé des variations saisonnières marquées, caractérisées par une régression notable de la végétation et des surfaces en eau, au profit des zones classées comme « autres ». Ces tendances ont été observées de manière récurrente sur les trois périodes considérées (figure 3).

Changements des classes d'occupation du sol entre novembre 2000 et mai 2001

Au cours de cette période, la couverture végétale a subi une réduction de 52,5 %, passant de 39 147 km² à 18 588 km² (tableau IV). La majeure partie de cette baisse s'est produite entre novembre et mars (- 37,2 %). Il y a eu une diminution supplémentaire entre mars et mai (- 24,4 %).

Les surfaces « autres » ont connu une expansion significative, atteignant 38 232 km² en mai, soit une augmentation de 118,1 % par rapport à novembre. Cette croissance s'est avérée très prononcée au cours des quatre premiers mois (+ 83,7 %), puis elle s'est poursuivie à un rythme plus lent jusqu'en mai (+ 18,7 %).

Les étendues d'eau ont diminué de 57,6 %, passant de 236 km² à 100 km², avec une réduction plus importante entre novembre et mars (- 42,8 %).

Changements des classes d'occupation du sol entre novembre 2013 et mai 2014

Les dynamiques observées entre novembre 2013 et mai 2014 ont suivi les mêmes tendances que celles constatées entre novembre 2000 et mai 2001 (tableau V). La végétation a diminué de 54,2 %, tandis que la catégorie « autres » a augmenté de 195,8 %, passant de 12 522 km² à 37 037 km². L'expansion a été principalement concentrée entre novembre et mars (+ 162,7 %).

Les surfaces en eau ont fortement reculé sur cette période, enregistrant une baisse de 89,6 %, passant de 1 315 km² à 137 km².

Changements des classes d'occupation du sol entre novembre 2023 et mai 2024

Les résultats ont confirmé la persistance des tendances précédentes (tableau VI). La couverture végétale a diminué de 55,9 %, passant de

22 066 km² à 9 732 km², avec une réduction plus nette entre novembre et mars (- 49,4 %).

Les surfaces en eau ont également régressé, passant de 218 km² à 108 km² (- 50,5 %), avec un recul plus important en début de période (- 43,6 %).

Enfin, la catégorie « autres » a continué de progresser, atteignant 47 080 km² en mai, soit une augmentation de 35,9 %, majoritairement concentrée entre novembre et mars (+ 31,7 %).

L'ensemble des périodes analysées a montré une récurrence des mêmes variations saisonnières : régression de la végétation et des plans d'eau au profit des surfaces classées comme « autres ». Ces variations traduisent une transformation rapide de l'occupation du sol durant la saison sèche.

Changements des modes d'utilisation des terres entre 2000 et 2023

Les évolutions à long terme de l'occupation du sol dans le Nord-Est du Sénégal ont été analysées à travers trois périodes distinctes : 2000-2023 (mois de novembre), 2001-2024 (mois de mars) et 2001-2024 (mois de mai). Cette approche a permis de mettre en évidence les tendances structurelles des transitions entre végétation, zones en eau et autres surfaces, au-delà des variations saisonnières (figure 3).

Évolution des classes d'occupation du sol entre novembre 2000 et novembre 2023

Entre novembre 2000 et novembre 2023, une dynamique notable de régression de la végétation et d'expansion des surfaces classées comme « autres » a été observée (tableau VII). La végétation a diminué de 43,6 %, passant de 39 147 km² à 22 066 km², avec une perte annuelle moyenne estimée à 742,7 km². Cette diminution a été particulièrement accentuée durant la période 2013-2023.

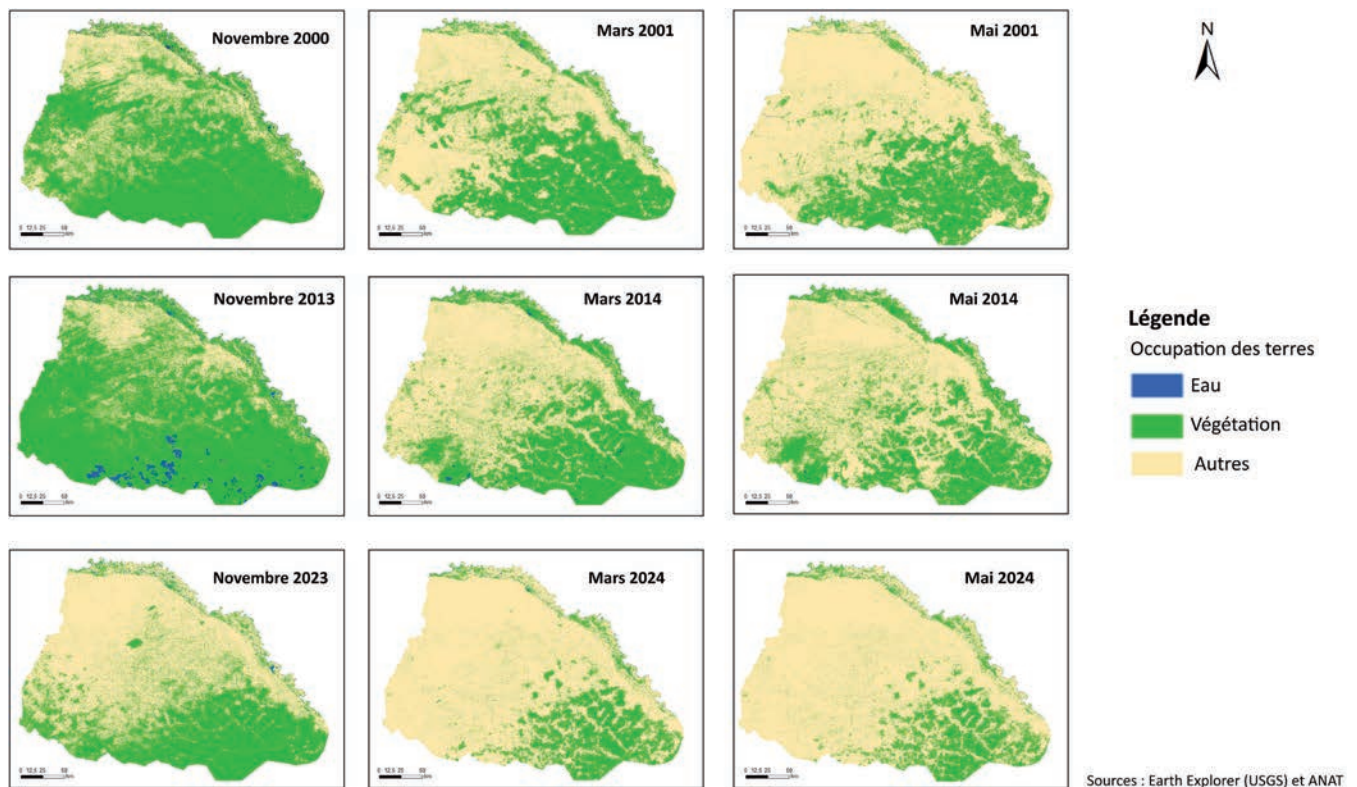


Figure 3 : État de l'occupation des terres entre novembre et mai au Nord-Est du Sénégal (périodes 2000-2001, 2013-2014 et 2023-2024) /// Land use status between November and May in northeastern Senegal (periods 2000-2001, 2013-2014, and 2023-2024)

Tableau IV : Synthèse des variations de superficie des unités d'occupation des sols entre novembre 2013 et mai 2014 au Nord-Est du Sénégal
 /// Summary of changes in land use area between November 2013 and May 2014 in northeastern Senegal

Unité d'occupation du sol	Novembre 2013		Mars 2014		Bilan état de surface novembre 2013-mars 2014	
	Superficie (km ²)	%	Superficie (km ²)	%	Tg	Δ_s
Eau	1 315	2,3	230	0,4	- 82,5	- 271,3
Végétation	43 083	75,7	23 795	41,8	- 44,8	- 4 822,0
Autres	12 522	22,0	32 895	57,8	162,7	5 093,3
Total	56 920	100	56 920	100		
Unité d'occupation du sol	Mars 2014		Mai 2014		Bilan état de surface mars 2014-mai 2014	
	Superficie (km ²)	%	Superficie (km ²)	%	Tg	Δ_s
Eau	230	0,4	137	0,2	- 40,4	- 46,5
Végétation	23 795	41,8	19 746	34,7	- 17,0	- 2 024,5
Autres	32 895	57,8	37 037	65,1	12,6	2 071,0
Total	56 920	100	56 920	100		
Unité d'occupation du sol	Novembre 2013		Mai 2014		Bilan état de surface novembre 2013-mai 2014	
	Superficie (km ²)	%	Superficie (km ²)	%	Tg	Δ_s
Eau	1 315	2,3	137	0,2	- 89,6	- 196,3
Végétation	43 083	75,7	19 746	34,7	- 54,2	- 3 889,5
Autres	12 522	22,0	37 037	65,1	195,8	4 085,8
Total	56 920	100	56 920	100		

Tg : taux de changement global ; Tc : taux moyen annuel d'expansion spatiale ; et Δ_s la vitesse de variation (extension ou régression en km² par mois ou par an)

/// Tg: overall rate of change; Tc: average annual rate of spatial expansion; and Δ_s : rate of change (expansion or regression in km² per month or per year)

Tableau V : Synthèse des variations de superficie des unités d'occupation des sols entre novembre 2023 et mai 2024 au Nord-Est du Sénégal
 /// Summary of changes in land use area between November 2023 and May 2024 in northeastern Senegal

Unité d'occupation du sol	Novembre 2023		Mars 2024		Bilan état de surface novembre 2023-mars 2024	
	Superficie (km ²)	%	Superficie (km ²)	%	Tg	Δ_s
Eau	218	0,4	123	0,2	- 43,6	- 23,8
Végétation	22 066	38,8	11 174	19,6	- 49,4	- 2 723,0
Autres	34 636	60,8	45 623	80,2	31,7	2 746,8
Total	56 920	100	56 920	100		
Unité d'occupation du sol	Mars 2024		Mai 2024		Bilan état de surface mars 2024-mai 2024	
	Superficie (km ²)	%	Superficie (km ²)	%	Tg	Δ_s
Eau	123	0,2	108	0,2	- 12,2	- 7,5
Végétation	11 174	19,6	9 732	17,1	- 12,9	- 721,0
Autres	45 623	80,2	47 080	82,7	3,2	728,5
Total	56 920	100	56 920	100		
Unité d'occupation du sol	Novembre 2023		Mai 2024		Bilan état de surface novembre 2023-mai 2024	
	Superficie (km ²)	%	Superficie (km ²)	%	Tg	Δ_s
Eau	218	0,4	108	0,2	- 50,5	- 18,3
Végétation	22 066	38,8	9 732	17,1	- 55,9	- 2 055,7
Autres	34 636	60,8	47 080	82,7	35,9	2 074,0
Total	56 920	100	56 920	100		

Tg : taux de changement global ; Tc : taux moyen annuel d'expansion spatiale ; et Δ_s la vitesse de variation (extension ou régression en km² par mois ou par an)

/// Tg: overall rate of change; Tc: average annual rate of spatial expansion; and Δ_s : rate of change (expansion or regression in km² per month or per year)

Tableau VI : Synthèse des variations de superficie des unités d'occupation des sols entre novembre 2000 et novembre 2023 au Nord-Est du Sénégal /// Summary of changes in land use area between November 2000 and November 2023 in northeastern Senegal

Unité d'occupation du sol	Novembre 2000		Novembre 2013		Bilan état de surface novembre 2001-novembre 2013		
	Superficie (km ²)	%	Superficie (km ²)	%	Tg	Tc	Δ _s
Eau	236	0,4	1 315	2,3	457,2	20,3	83,0
Végétation	39 147	68,8	43 083	75,7	10,1	30,2	302,8
Autres	17 531	30,8	12 522	22,0	- 28,6	26,7	- 385,3
Total	56 920	100	56 920	100			

Unité d'occupation du sol	Novembre 2013		Novembre 2023		Bilan état de surface novembre 2013-novembre 2023		
	Superficie (km ²)	%	Superficie (km ²)	%	Tg	Tc	Δ _s
Eau	1315	2,3	218	0,4	- 83,4	19,7	-109,7
Végétation	43 083	75,7	22 066	38,8	- 48,8	36,8	- 2 101,7
Autres	12 522	22,0	34 636	60,8	176,6	38,5	2 211,4
Total	56 920	100	56 920	100			

Unité d'occupation du sol	Novembre 2000		Novembre 2023		Bilan état de surface novembre 2001-novembre 2023		
	Superficie (km ²)	%	Superficie (km ²)	%	Tg	Tc	Δ _s
Eau	236	0,4	218	0,4	- 7,6	8,6	- 0,8
Végétation	39 147	68,8	22 066	38,8	- 43,6	16,0	- 742,7
Autres	17 531	30,8	34 636	60,8	97,6	16,7	743,7
Total	56 920	100	56 920	100			

Tg : taux de changement global ; Tc : taux moyen annuel d'expansion spatiale ; et Δs la vitesse de variation (extension ou régression en km² par mois ou par an)/// Tg: overall rate of change; Tc: average annual rate of spatial expansion; and Δs: rate of change (expansion or regression in km² per month or per year)**Tableau VII** : Synthèse des variations de superficie des unités d'occupation des sols entre mars 2001 et mars 2024 au Nord-Est du Sénégal /// Summary of changes in land use area between March 2001 and March 2024 in northeastern Senegal

Unité d'occupation du sol	Mars 2001		Mars 2014		Bilan état de surface mars 2001-mars 2014		
	Superficie (km ²)	%	Superficie (km ²)	%	Tg	Tc	Δ _s
Eau	135	0,2	230	0,4	70,4	15,3	7,3
Végétation	24 585	43,2	23 795	41,8	- 3,2	28,5	- 60,8
Autres	32 200	56,6	32 895	57,8	2,2	29,4	53,5
Total	56 920	100	56 920	100			

Unité d'occupation du sol	Mars 2014		Mars 2024		Bilan état de surface mars 2014-mars 2024		
	Superficie (km ²)	%	Superficie (km ²)	%	Tg	Tc	Δ _s
Eau	230	0,4	123	0,2	- 46,5	17,5	- 10,7
Végétation	23 795	41,8	11 174	19,6	- 53,0	- 34,3	- 1 262,1
Autres	32 895	57,8	45 623	80,2	38,7	39,5	1 272,8
Total	56 920	100	56 920	100			

Unité d'occupation du sol	Mars 2001		Mars 2024		Bilan état de surface mars 2001-mars 2024		
	Superficie (km ²)	%	Superficie (km ²)	%	Tg	Tc	Δ _s
Eau	135	0,2	123	0,2	- 8,9	7,6	- 0,5
Végétation	24 585	43,2	11 174	19,6	- 54,5	- 14,9	- 583,1
Autres	32 200	56,6	45 623	80,2	41,7	17,2	583,6
Total	56 920	100	56 920	100			

Tg : taux de changement global ; Tc : taux moyen annuel d'expansion spatiale ; et Δs la vitesse de variation (extension ou régression en km² par mois ou par an)/// Tg: overall rate of change; Tc: average annual rate of spatial expansion; and Δs: rate of change (expansion or regression in km² per month or per year)

En parallèle, les surfaces « autres » ont connu une croissance de 97,6 %, atteignant 34 636 km² en 2023, soit un gain annuel moyen de 743,7 km². Cette progression a été largement concentrée sur la dernière décennie.

Les surfaces en eau sont restées stables à l'échelle globale (- 7,6 %), avec une phase d'expansion entre 2000 et 2013, suivie d'un recul marqué entre 2013 et 2023.

Évolution des classes d'occupation du sol entre mars 2001 et mars 2024

La période allant de mars 2001 à mars 2024 a également été caractérisée par une régression importante de la végétation, qui est passée de 24 585 km² à 11 174 km² (- 54,5 %), soit une perte annuelle moyenne de 583,1 km² (tableau VIII). Cette diminution s'est significativement accélérée après 2014.

Les surfaces « autres » ont progressé de manière continue, atteignant 45 623 km² en 2024 (+ 41,7 %), avec une croissance annuelle moyenne équivalente à la perte observée pour la végétation. Cette tendance s'est intensifiée durant la période 2014-2024.

Les étendues d'eau ont affiché une relative stabilité à long terme (- 8,9 %), malgré des fluctuations entre les sous-périodes, caractérisées par une hausse jusqu'en 2014, puis un déclin.

Évolution des classes d'occupation des terres entre mai 2001 et mai 2024

Entre mai 2001 et mai 2024, la végétation a reculé de 47,6 %, passant de 18 588 km² à 9 732 km², pour une perte moyenne annuelle de 385,0 km² (tableau IX). Cette baisse a été principalement concentrée sur la dernière décennie.

Les surfaces « autres » ont progressé de 23,1 %, atteignant 47 080 km² en 2024, avec une vitesse d'extension moyenne de 384,7 km²/an. La croissance a été plus marquée entre 2014 et 2024.

Les surfaces en eau sont restées globalement stables durant la période (+ 8,0 %), malgré une légère progression jusqu'en 2014, suivie d'une réduction modérée.

Les résultats ont mis en évidence des tendances de fond marquées par une diminution continue des surfaces végétalisées et une expansion soutenue de la catégorie « autres ». Ces évolutions se sont intensifiées durant la dernière décennie.

Projection de l'occupation des terres dans le Nord-Est du Sénégal à l'horizon 2050

La performance du modèle de projection a été validée à l'aide de l'indice de Kappa, fourni par le module MOLUSCE, qui a évalué la concordance entre la carte simulée pour 2023 et les observations réelles. Avec une exactitude globale de 80 % (figure 4), le modèle offrait un niveau de fiabilité élevé pour prédire les changements d'occupation du sol dans le Nord-Est du Sénégal.

L'analyse des scénarios projetés à l'horizon 2050 a mis en évidence d'importantes transformations spatiales des principales unités d'occupation du sol par rapport à 2023-2024 (figure 5). En novembre, la végétation est passée de 22 066 km² à 27 646 km², soit une progression de 25,3 %, avec une vitesse d'extension annuelle de 328,2 km² (tableau IX). En mars, elle a augmenté de 11 174 km² à 12 974 km², ce qui correspondait à un gain de 16,1 %, soit une vitesse d'extension annuelle de 105,9 km². En mai, la végétation a progressé de 9 732 km² à 11 280 km², soit une croissance de 15,9 %, à raison de 91,1 km²/an.

Tableau VIII : Synthèse des variations de superficie des unités d'occupation des sols entre mai 2001 et mai 2024 au Nord-Est du Sénégal
/// Summary of changes in land use area between May 2001 and May 2024 in northeastern Senegal

Unité d'occupation du sol	Mai 2001		Mai 2014		Bilan état de surface mai 2001-mai 2014		
	Superficie (km ²)	%	Superficie (km ²)	%	Tg	Tc	Δs
Eau	100	0,2	137	0,2	37,0	13,8	2,8
Végétation	18 588	32,7	19 746	34,7	6,2	28,0	89,1
Autres	38 232	67,1	37 037	65,1	- 3,1	29,7	- 91,9
Total	56 920	100	56 920	100			
Unité d'occupation du sol	Mai 2014		Mai 2024		Bilan état de surface mai 2014-mai 2024		
	Superficie (km ²)	%	Superficie (km ²)	%	Tg	Tc	Δs
Eau	137	0,2	108	0,2	- 21,2	17,1	- 2,9
Végétation	19 746	34,7	9 732	17,1	- 50,7	- 33,8	- 1 001,4
Autres	37 037	65,1	47 080	82,7	27,1	39,6	1 004,3
Total	56 920	100	56 920	100			
Unité d'occupation du sol	Mai 2001		Mai 2024		Bilan état de surface mai 2001-mai 2024		
	Superficie (km ²)	%	Superficie (km ²)	%	Tg	Tc	Δs
Eau	100	0,2	108	0,2	8,0	7,4	0,3
Végétation	18 588	32,7	9 732	17,1	- 47,6	- 14,7	- 385,0
Autres	38 232	67,1	47 080	82,7	23,1	17,2	384,7
Total	56 920	100	56 920	100			

Tg : taux de changement global ; Tc : taux moyen annuel d'expansion spatiale ; et Δs la vitesse de variation (extension ou régression en km² par mois ou par an)

/// Tg: overall rate of change; Tc: average annual rate of spatial expansion; and Δs: rate of change (expansion or regression in km² per month or per year)

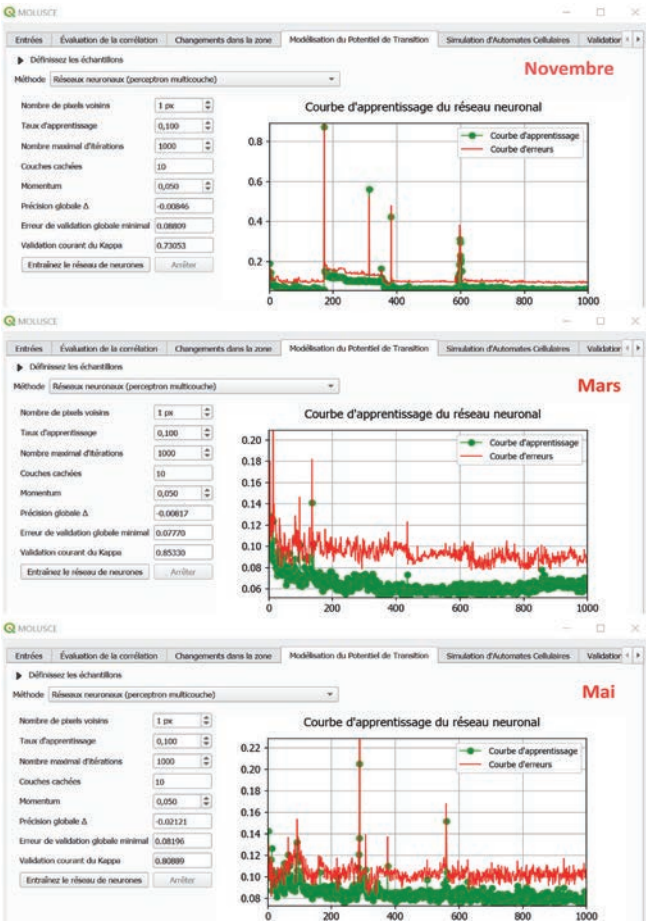
Tableau IX : Synthèse des variations de superficie des unités d'occupation des sols en novembre (2023 et 2050), mars et mai (2024 et 2050) au Nord-Est du Sénégal /// Summary of changes in land use area in November (2023 and 2050), March and May (2024 and 2050) in northeastern Senegal

Unité d'occupation du sol	Novembre 2023		Novembre 2050		Bilan état de surface novembre 2023-novembre 2050		
	Superficie (km ²)	%	Superficie (km ²)	%	Tg	Tc	Δ _s
Eau	218	0,4	312	0,5	43,1	12,4	5,5
Végétation	22 066	38,8	27 646	48,6	25,3	22,1	328,2
Autres	34 636	60,8	28 962	50,9	- 16,9	22,2	- 333,8
Total	56 920	100	56 920	100			

Unité d'occupation du sol	Mars 2024		Mars 2050		Bilan état de surface mars 2024-mars 2050		
	Superficie (km ²)	%	Superficie (km ²)	%	Tg	Tc	Δ _s
Eau	123	0,2	204	0,4	65,9	11,5	4,8
Végétation	11 174	19,6	12 974	22,8	16,1	20,5	105,9
Autres	45 623	80,2	43 742	76,8	- 4,1	23,1	- 110,6
Total	56 920	100	56 920	100			

Unité d'occupation du sol	Mai 2024		Mai 2050		Bilan état de surface mai 2024-mai 2050		
	Superficie (km ²)	%	Superficie (km ²)	%	Tg	Tc	Δ _s
Eau	108	0,2	152	0,3	40,7	10,8	2,6
Végétation	9 732	17,1	11 280	19,8	15,9	20,2	91,1
Autres	47 080	82,7	45 488	79,9	- 3,4	23,2	- 93,6
Total	56 920	100	56 920	100			

Tg : taux de changement global ; Tc : taux moyen annuel d'expansion spatiale ; et Δs la vitesse de variation (extension ou régression en km² par mois ou par an)
/// Tg: overall rate of change; Tc: average annual rate of spatial expansion; and Δs: rate of change (expansion or regression in km² per month or per year)



La surface occupée par les plans d'eau a également suivi une croissance notable. En novembre, elle a augmenté, passant de 218 km² à 312 km² (+ 43,1 %), avec une vitesse d'extension de 5,5 km²/an. En mars, elle est passée de 123 km² à 204 km², soit une hausse de 65,9 %, équivalente à 4,8 km²/an. En mai, elle a progressé, passant de 108 km² à 152 km² (+ 40,7 %), avec une vitesse d'extension annuelle de 2,6 km².

La catégorie « autres » enregistre quant à elle une diminution constante sur l'ensemble des périodes. En novembre, elle a reculé de 34 636 km² à 28 962 km², soit une baisse de 16,9 %, à un rythme de - 333,8 km²/an. En mars, la surface de cette catégorie est passée de 45 623 km² à 43 742 km² (- 4,1 %), avec une perte annuelle de - 110,6 km². En mai, elle a diminué de 47 080 km² à 45 488 km², soit une réduction de 3,4 %, correspondant à - 93,6 km²/an.

Ces résultats suggèrent une évolution progressive et positive des usages du sol, avec un recul des zones « autres » au profit de la végétation et des zones en eau, durant toutes les saisons analysées. Cette évolution pourrait refléter l'impact de stratégies de gestion durable des terres, d'initiatives comme la Grande muraille verte, ou encore d'effets indirects du climat sur la productivité des sols.

Toutefois, ces gains, encore modestes, montrent la nécessité de renforcer les politiques d'aménagement et les actions de résilience environnementale dans un contexte de pressions climatiques et socio-économiques croissantes dans le Nord-Est du Sénégal.

Figure 4 : Taux de l'indice de Kappa pour les mois de novembre, mars et mai modélisés à l'horizon 2050 au Nord-Est du Sénégal /// Kappa index rates for November, March, and May modeled for 2050 in northeastern Senegal

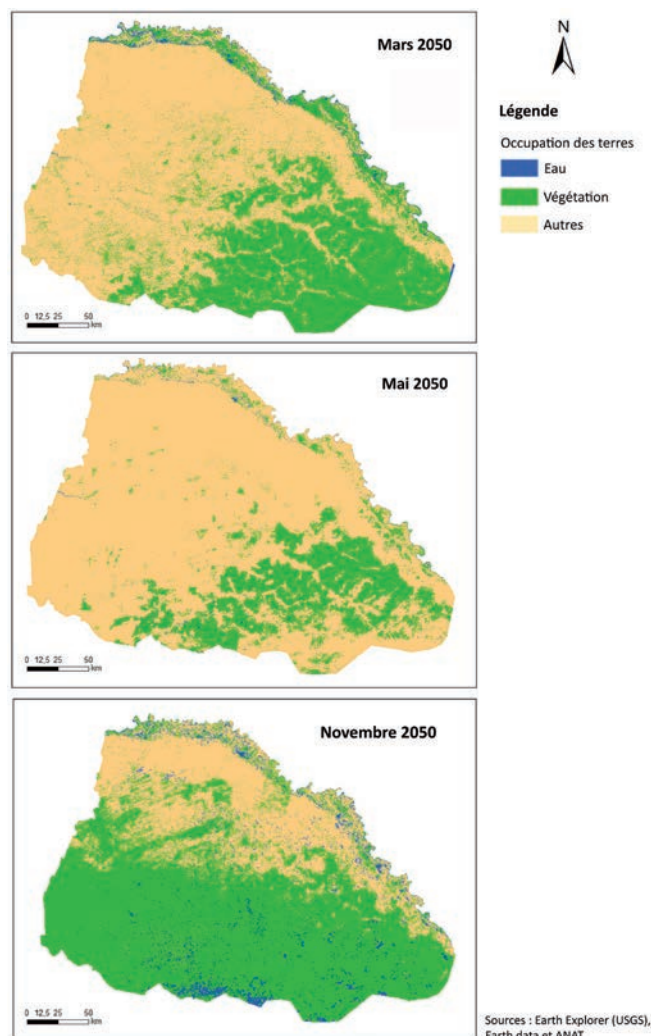


Figure 5 : Projection de l'état de l'occupation des terres en novembre, mars et mai 2050 au Nord-Est du Sénégal /// *Projection of land use in November, March, and May 2050 in northeastern Senegal*

Perceptions des éleveurs concernant la dégradation rapide de la végétation durant la saison sèche

Les éleveurs du Nord-Est du Sénégal ont rapporté une dégradation accélérée des pâturages pendant la saison sèche, dégradation qui impacte la disponibilité des ressources fourragères et les oblige à modifier leurs pratiques. Selon 74 % d'entre eux, la végétation herbacée disparaît totalement dès janvier, les contraignant à acheter des compléments alimentaires, à transhumer vers des zones plus favorables, ou à combiner ces stratégies pour préserver leurs troupeaux.

Le surpâturage, en particulier dû à l'arrivée massive de troupeaux transhumant venant de régions voisines, a été identifié comme étant la principale cause de la dégradation des pâturages par 53 % des enquêtés. La sécheresse, qui limite la disponibilité de l'herbe environ trois mois avant la saison des pluies, a également été citée par 41 % des éleveurs interrogés. La rareté de l'herbe pousse les éleveurs à recourir à des aliments coûteux, voire à vendre une partie de leur cheptel pour assurer la survie des animaux restants.

Les feux de brousse, récurrents entre novembre et février selon 35 % des éleveurs, aggravent la dégradation des pâturages. Leur ampleur, difficile à maîtriser, a été confirmée par l'analyse d'images satellitaires (figure 6) et l'observation directe lors des enquêtes (figure 7).

Enfin, la commercialisation de l'herbe sèche, collectée dans la brousse et vendue principalement en milieu urbain, accentue la pression sur les ressources pastorales.



Figure 6 : Départs de feu observés sur une image Landsat du 2 décembre 2000 dans la commune de Vélingara Ferlo au Nord-Est du Sénégal /// *Fire outbreaks observed on a Landsat image from December 2, 2000, in the municipality of Vélingara Ferlo in northeastern Senegal*

Les perceptions des éleveurs traduisent la combinaison de pressions anthropiques (surpâturage, commerce de fourrage) et climatiques (sécheresse, feux) qui fragilisent les ressources fourragères. Sans mesures de gestion durable adaptées, cette tendance risque de compromettre la résilience des systèmes pastoraux et des communautés locales.

■ DISCUSSION

Les résultats de cette étude ont mis en évidence une dynamique continue de transformation de l'occupation du sol dans le Nord-Est du Sénégal, à la fois saisonnière et structurelle. Les changements observés entre novembre et mai ont montré une régression rapide des surfaces végétalisées et des zones en eau au profit des surfaces classées comme « autres ». Cette évolution saisonnière, récurrente durant les trois périodes étudiées (2000-2001, 2013-2014, 2023-2024), a reflété l'influence directe de la saison sèche sahélienne, marquée par une baisse rapide de l'humidité du sol, une évaporation intense et une raréfaction des ressources hydriques de surface. Plusieurs travaux antérieurs ont décrit ces changements dans le contexte sahélien, notamment la disparition rapide de la végétation herbacée après les premières semaines de la saison sèche (Diatta, 2021 ; Solly *et al.*, 2020), ainsi que l'assèchement précoce des mares temporaires (Diop *et al.*, 2018 ; Sarr, 2009).

Au-delà des fluctuations saisonnières, les évolutions interannuelles entre 2000 et 2023 ont révélé une tendance structurelle de régression de la végétation sur l'ensemble des périodes étudiées (novembre, mars, mai), accompagnée d'une expansion continue des surfaces « autres ». Cette transformation a été particulièrement marquée après 2013. La forte conversion des terres végétalisées vers des formes d'occupation plus intensives est en cohérence avec les pressions agricoles croissantes observées dans le Sahel, notamment liées à l'expansion des cultures pluviales, à la réduction des jachères et à la densification des activités humaines (Descroix, 2021 ; Puig Cepero *et al.*, 2021 ; Abdourhimou *et al.*, 2024). Dans certaines zones, cette transformation se traduit par une perte de continuité écologique et une fragmentation croissante des habitats, limitant les processus de régénération naturelle et accélérant la dégradation des sols (Andrieu *et al.*, 2010 ; Dardel, 2014).

La stabilité apparente des zones en eau à l'échelle annuelle a masqué des variations importantes entre les sous-périodes. Entre 2000 et 2013, une phase d'augmentation a été enregistrée, suivie d'un recul marqué

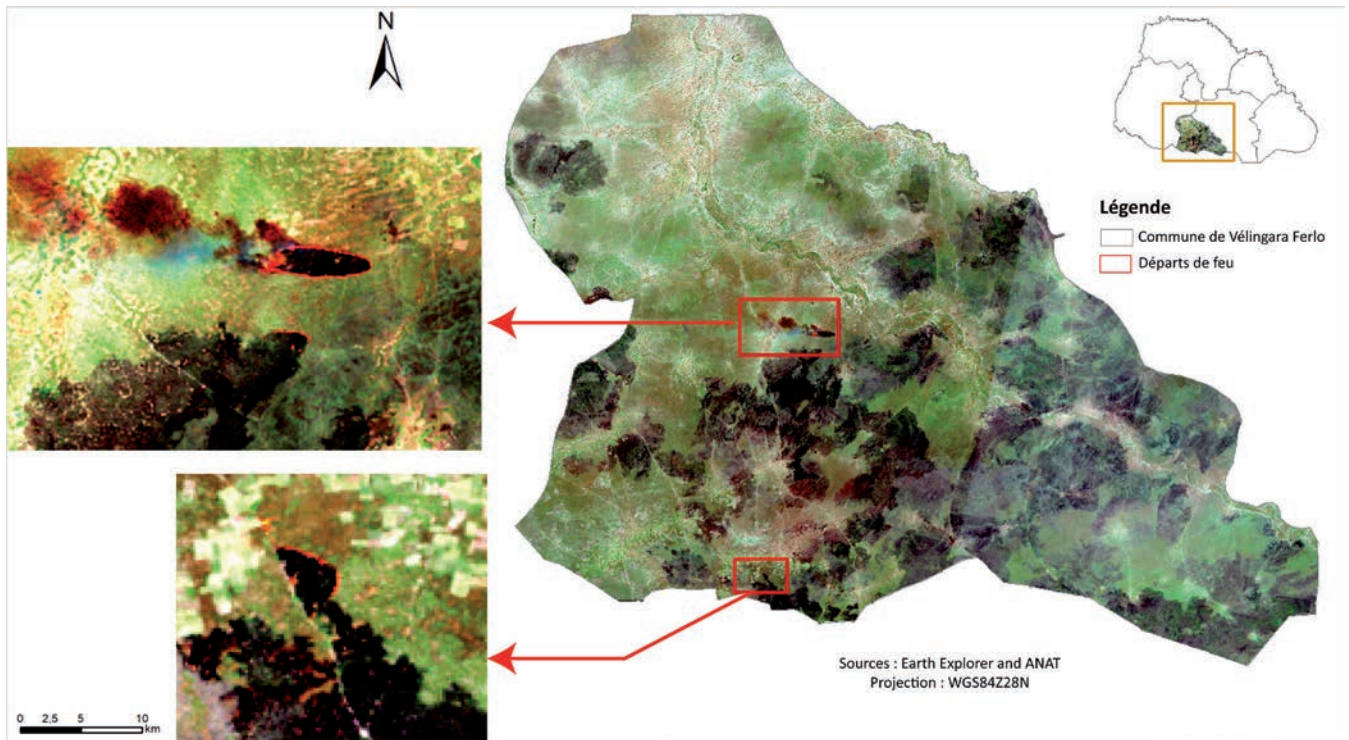


Figure 7 : Traces de feux de brousse observée sur l'axe Koré Kabi- Salalatou dans la commune de Oudalaye situé à l'Est de la commune de Vélingara Ferlo (Novembre 2023) /// Traces of bush fires observed on the Koré Kabi-Salatou road in the municipality of Oudalaye, located east of the municipality of Vélingara Ferlo (November 2023)

entre 2013 et 2023. Cette dynamique pourrait être liée à la variabilité interannuelle des précipitations et à une baisse du niveau des nappes, cette dernière étant aggravée par l'augmentation des besoins en eau pour les usages agricoles et pastoraux (Cissé, 2016 ; Ndiaye, 2020). Les plans d'eau de petite taille, souvent non permanents, sont particulièrement vulnérables à l'évaporation et à l'ensablement, comme l'ont montré les travaux menés sur les zones endoréiques du Ferlo et de la vallée du fleuve Sénégal (Tappan *et al.*, 2004).

Les scénarios prospectifs à l'horizon 2050 ont suggéré une possible inversion partielle de ces tendances. La modélisation a indiqué un redéploiement progressif de la végétation et une augmentation modérée des surfaces en eau, accompagnés d'une diminution des surfaces « autres » durant l'ensemble des périodes saisonnières. Cette évolution pourrait refléter les premiers effets de politiques de gestion durable, telles que les reboisements communautaires, la régénération naturelle assistée, ou encore l'impact indirect de la mise en œuvre de projets comme la Grande muraille verte (Bellefontaine *et al.*, 2011 ; United Nations Convention to Combat Desertification, 2019). Cependant, les gains simulés sont demeurés limités à l'échelle régionale et ont laissé présager une lente réversibilité des processus de dégradation. Ces résultats confirment la nécessité d'un renforcement des stratégies de résilience, fondées sur une gouvernance territoriale participative, l'adaptation agroécologique et une régulation de la pression sur les ressources naturelles (DyTAES, 2020 ; FAO, 2020).

Les perceptions des éleveurs ont corroboré les changements observés par télédétection, en confirmant notamment la dégradation rapide de la végétation durant la saison sèche. Cette dégradation résulte d'une combinaison de facteurs : surpâturage, sécheresse, feux de brousse et exploitation commerciale du fourrage. Des études de terrain menées par Miehe *et al.* (2010) ont mis en évidence des tendances de dégradation liées à l'intensité du pâturage. Toutefois, bien que le surpâturage ait longtemps été désigné comme principal responsable, des recherches récentes suggèrent une lecture plus nuancée. Rasmussen *et al.* (2018) soutiennent ainsi que la forte pression de pâturage n'est

pas nécessairement à l'origine de la dégradation des terres au Sahel, notamment au Sénégal, mais qu'elle induit plutôt une redistribution spatiale de la production végétale. Ces perceptions locales mettent en évidence l'importance d'une approche croisée entre données spatiales et savoirs endogènes pour une compréhension plus fine des dynamiques environnementales en cours.

Bien que la présente étude ait reposé sur une méthodologie rigoureuse et l'utilisation de données multi-temporelles validées, certaines limites doivent être prises en compte. La classification satellitaire a atteint un taux de précision supérieur à 97 %, ce qui témoignait de sa fiabilité. Toutefois, des incertitudes ont subsisté, notamment concernant la différenciation entre végétation dégradée et sol nu, en raison des signatures spectrales parfois proches. Par ailleurs, les projections à l'horizon 2050 se sont appuyées sur les évolutions passées et n'ont pas intégré l'ensemble des scénarios socioéconomiques, climatiques ou politiques possibles. Enfin, les données issues des enquêtes de terrain, bien que riches et qualitatives, sont restées localisées et centrées sur les éleveurs, sans prendre en compte d'autres acteurs clés du territoire. Ces limites n'invalident pas les résultats obtenus, mais en précisent la portée. Elles ouvrent des perspectives pour des recherches complémentaires mobilisant des approches participatives élargies, des données climatiques à haute résolution et des modèles intégrant diverses trajectoires d'aménagement.

■ CONCLUSION

L'analyse spatio-temporelle 2000–2024 de l'évolution de l'occupation des sols dans le Nord-Est du Sénégal a révélé une tendance généralisée à la régression des surfaces végétalisées et des zones humides au profit des surfaces classées comme « autres ».

Les dynamiques saisonnières, particulièrement marquées entre novembre et mai, ont illustré l'impact de la saison sèche sur les écosystèmes sahéliens. Sur la période 2013–2024 est apparue comme un

tournant, avec une intensification de la dégradation des ressources naturelles. Toutefois, les projections à l'horizon 2050 ont suggéré une inflexion possible, avec une reprise modérée de la végétation et une diminution des surfaces dégradées, signes d'un potentiel de restauration si des politiques adaptées sont mises en œuvre.

L'intégration des perceptions des éleveurs a confirmé la pertinence de la méthodologie adoptée et a renforcé la nécessité d'un dialogue entre données spatiales et réalités locales. Ces résultats appellent à une réorientation des stratégies d'aménagement, dans une perspective de résilience écologique et socioéconomique.

Financement

Cette recherche n'a bénéficié d'aucune subvention spécifique de la part d'un organisme de financement du secteur public, commercial ou à but non lucratif.

Conflits d'intérêt

L'auteur déclare que l'étude a été réalisée sans aucun conflit d'intérêts.

Contributions des auteurs

AAS : Conceptualisation, Collecte de données, Analyse et interprétation, rédaction version initiale, supervision et validation. EF et MF : supervision et validation.

Éthique de la recherche

L'approbation d'un comité d'éthique concernant l'utilisation d'animaux n'a pas été nécessaire pour cette étude n'utilisant que des données cartographiques et images spatiales.

Accès aux données de la recherche

Les données n'ont pas été déposées dans un dépôt officiel. Les données qui étayent les résultats de l'étude sont disponibles sur demande auprès de l'auteur.

Déclaration de l'IA générative dans la rédaction scientifique

L'auteur déclare qu'il n'a pas utilisé de technologies assistées par intelligence artificielle dans le processus de rédaction.

REFERENCES

- Abdourhimou, A. I., Boubacar, M., Rabiou, H., Idrissa, S., & Ali, M. (2024). Trends of Land Use and Land Cover Change in the Savannah Ecological of the Protected Area Reserve Partielle de Dosso, Niger. *Natural Resources*, 15(3). <https://doi.org/10.4236/nr.2024.153005>
- Andrieu, J., Alexandre, F., Genin, A., & San-Emeterio, J. (2010). Ressource fourragère en Afrique soudano-sahélienne : Estimation, cartographie, et suivi par analyse de séries temporelles de NDVI NOAA. *Les satellites grand champ pour le suivi de l'environnement, des ressources naturelles et des risques*, 4. <https://hal.science/hal-00547685v1/document>
- Bellefontaine, R., Bernoux, M., Bonnet, B., Cornet, A., Cudennec, C., D'Aquino, P., Droy, I., et al. (2011). *Le projet africain de Grande Muraille Verte : Quels conseils les scientifiques peuvent-ils apporter ? Une synthèse de résultats publiés* (p. 45). Comité Scientifique Français de la Désertification. <https://agritrop.cirad.fr/559967>
- Bernier, B. (1992). *Introduction à la macroéconomie*. Éditions Dunod.
- Brandt, M., Hiernaux, P., Rasmussen, K., Mbow, C., Kergoat, L., Tagesson, T., Ibrahim, Y. Z., et al. (2016). Assessing woody vegetation trends in Sahelian drylands using MODIS based seasonal metrics. *Remote Sensing of Environment*, 183, 215-225. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2016.05.027>
- Cissé, S. (2016). *Etude de la variabilité intra saisonnière des précipitations au Sahel : Impacts sur la végétation (cas du Ferlo au Sénégal)*. [Thèse de doctorat Université Pierre et Marie Curie - Paris VI & Université Cheikh Anta Diop de Dakar]. HAL thèses. <https://theses.hal.science/tel-01407442/>
- Dardel, C. (2014). *Entre désertification et reverdissement du Sahel : Diagnostic des observations spatiales et in situ* [Thèse de Doctorat, Université Toulouse 3 Paul Sabatier]. HAL thèses. <https://theses.hal.science/tel-00944267v1>
- Dendoncker, M., Ngom, D., & Vincke, C. (2015). Tree dynamics (1955-2012) and their uses in Senegal's Ferlo region : Insights from a historical vegetation database, local knowledge and field inventories. *Bois & forêts des tropiques*, 326, 25-41. <https://doi.org/10.19182/bft2015.326.a31281>
- Descroix, L. (2021). Drought, Desertification and Regreening in the Sahem. *United Nations*. https://catalogue.unccd.int/1715_Drought_desertification_regreening_Sahel_Eng_Final.pdf
- Dhiman, P., Singh, H., Biwalkar, N., & Hassan, S. S. (2022). Monitoring and simulating land use/cover changes using open source Molusce for Ludhiana, Punjab, India. *International Journal on Environmental Sciences*, 13(02), 89-98. <https://doi.org/10.53390/ijes.v13i2.5>
- Diatta, O. (2021). *Dynamique saisonnière et interannuelle de la strate herbacée des parcours sahéliens du Sénégal (CRZ-Dahra, Nord-Sénégal)* [Thèse de doctorat, Université Cheikh Anta Diop]. Agritrop. <https://agritrop.cirad.fr/606892/1/thèse.pdf>
- Diop, A., Sambou, H., Diop, C., Ntiranyibagira, E., Dacosta, H., & Sambou, B. (2018). Dynamique d'occupation du sol des zones humides urbanisées de Dakar (Sénégal) de 1942 à 2014. *Vertigo*, 18-1. <https://doi.org/10.4000/vertigo.20120>
- Djohy, G. L., Alladatin, J., & Sounon Bouko, B. (2024). Déterminants de la mobilité pastorale et de ses dynamiques spatio-temporelles dans un contexte de changements socio-économiques et environnementaux en Afrique. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 12(4), 208-217. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.14285587>
- Dynes, R., & Schlink, A. (2002). Livestock potential of Australian species of Acacia. *Conservation Science*, 4(3), 117-124.
- DyTAES. (2020). *Contribution aux politiques nationales pour une transition agroécologique au Sénégal*. Dynamique pour une transition agroécologique au Sénégal. https://dytaes.sn/wp-content/uploads/2021/11/Contribution-aux-politiques-nationales-pour-une-TAE-au-Senegal_-DyTAES.pdf
- Eeswaran, R., Nejadhashemi, A. P., Faye, A., Min, D., Prasad, P. V. V., & Ciampitti, I. A. (2022). Current and Future Challenges and Opportunities for Livestock Farming in West Africa : Perspectives from the Case of Senegal. *Agronomy*, 12(8), 23. <https://doi.org/10.3390/agronomy12081818>
- FAO. (1996). *Forest Resources Assessment 1990: Survey of tropical forest cover and study of change processes*. Food and Agriculture Organization. <https://www.fao.org/4/w0015e/w0015e00.htm>
- FAO. (2020). *Cadre de gestion durable des forêts pour l'Afrique (2020-2030)*. Food and Agriculture Organization. https://archive2020-24.pfbc-cbpf.org/actualites-partenaires/SFM-cadre.html?file=files/docs/news/6-2020/SFM_Framework_FR_lowres_04.pdf
- Gonin, A. (2018). Le foncier pastoral au Sahel, des mobilités fragilisées. *Bulletin de l'Association de géographes français*, 95(2), 175-186. <https://doi.org/10.4000/bagf.3049>
- Hiernaux, P., Diawara, M. O., Kergoat, L., & Mougin, É. (2017). Chapitre 8. La contrainte fourragère des élevages pastoraux et agropastoraux du Sahel : Adaptations et perspectives. In: R. Lalou, A. Oumarou, M. A. Soumaré, B. Sultan, & M. Amadou Sanni (Éds.), *Les sociétés rurales face aux changements climatiques et environnementaux en Afrique de l'Ouest* (p. 171-191). IRD Éditions. <http://books.openedition.org/irdeditions/9631>
- Iskandar, B., Saidah, Kurnia, A. A., Jauhari, A., & Zannah, F. (2024). Modeling Land Cover Change Using MOLUSCE in Kahayan Tengah Forest Management Unit, Kalimantan Tengah. *Jurnal Sylva Lestari*, 12(2), 242-257. <https://doi.org/10.23960/jsl.v12i2.865>
- Issiako, D., Arouna, O., Soufianou, K., Imorou, I. T., & Tente, B. (2022). Prospective Mapping of Land Cover and Land Use in The Classified Forest of The Upper Alibori Based on Satellite Imagery. *Geopanning: Journal of Geomatics and Planning*, 8(2), 115-126. <https://doi.org/10.14710/geopanning.8.2.115-126>
- Kongso, M. E., Buba, U. H., & Nfor, J. T. (2021). Implications of Climatic Stressors on Agro-Pastoral Resources Among Mbororo Communities Along the Slopes of Kilum-Ijim Mountain, North West Region, Cameroon. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5, 14. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.685071>
- Lu, D., Li, G., Moran, E., & Hetrick, S. (2013). Spatiotemporal analysis of land-use and land-cover change in the Brazilian Amazon. *International Journal of Remote Sensing*, 34(16), 5953-5978. <https://doi.org/10.1080/01431161.2013.802825>
- Miehe, S., Kluge, J., Von Wehrden, H., & Retzer, V. (2010). Long-term degradation of Sahelian rangeland detected by 27 years of field study in Senegal : Long-term rangeland monitoring in the Sahel. *Journal of Applied Ecology*, 47(3), 692-700. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2010.01815.x>
- Muhammad, R., Zhang, W., Abbas, Z., Guo, F., & Gwiazdzinski, L. (2022). Spatiotemporal Change Analysis and Prediction of Future Land Use and Land Cover Changes Using QGIS MOLUSCE Plugin and Remote Sensing Big Data : A Case Study of Linyi, China. *Land*, 11(3), 24. <https://doi.org/10.3390/land11030419>
- Ndiaye, A. (2020). *Variabilité et changement hydro-climatique dans le bassin versant du Ferlo (Sénégal)*. [Mémoire de Master, Université Assane Seck de Ziguinchor]. Scribd. <https://fr.scribd.com/document/822144474/ndiaye-memoire-2020>

- Ninot, O. (2008). *Élevage et territoire dans le « Ferlo », zone pastorale du nord du Sénégal*. CIRAD ATP ICARE. http://epe.cirad.fr/fr2/icare/docs/R_Mission_Senegal_Ferlo_22_11_01_12_07.pdf
- Ninot, P., Ndiaye, D., & Diallo, A. (2019). Les mobilités au cœur du Ferlo : Enclavement, mobilités, dynamiques de développement local. In: *La Grande Muraille Verte, une réponse africaine au changement climatique* (p. 245-262). CNRS Editions.
- Puig Cepero, O., Desmidt, S., Detges, A., Tondel, F., Van Ackern, P., Foong, A., & Volkholz, J. (2021). *Climate Change, Development and Security in the Central Sahel*. The Barcelona Centre for International Affairs. <https://doi.org/10.55317/CASC012>
- Rasmussen, K., Brandt, M., Tong, X., Hiernaux, P., Diouf, A. A., Assouma, M. H., Tucker, C. J., & Fensholt, R. (2018). Does grazing cause land degradation? Evidence from the sandy Ferlo in Northern Senegal. *Land Degradation & Development*, 29(12), 4337-4347. <https://doi.org/10.1002/ldr.3170>
- Saqalli, M., Diallo, A. H., Kaced, D., Belem, M., Iopue, R., Moussa, Y., Ducourneau, A., & Gaudou, B. (2021). Cartographie sémantique par zonage à dire d'acteurs : Le Ferlo (Sénégal) et l'observatoire de Tessekere. *VertigO*, 27(2). <https://doi.org/10.4000/vertigo.32655>
- Sarr, B., Dièye, P. O., N'diafa Ouaga, H., Ali, A., Traoré, S., Amani, A., & Garba, I. (2011). *Le Sahel face aux changements climatiques : Enjeux pour un développement durable*. AGRHYMET. https://base.afrique-gouvernance.net/docs/le_sahel_face_aux_changements_climatiques.pdf
- Sarr, M. A. (2009). Cartographie des changements de l'occupation du sol entre 1990 et 2002 dans le nord du Sénégal (Ferlo) à partir des images Landsat. *Cybergeog: European Journal of Geography*. <https://doi.org/10.4000/cybergeog.22707>
- Solly, B., Dieye, E. H. B., Mballo, I., Sy, O., Sane, T., & Thior, M. (2020). Dynamique spatio-temporelle des paysages forestiers dans le Sud du Sénégal : Cas du département de Vélingara. *Physio-Géo. Géographie physique et environnement*, 15. <https://doi.org/10.4000/physio-geo.10634>
- Sy, O. (2010). Aménagements hydrauliques et vulnérabilité de l'élevage transhumant au Ferlo (Sénégal). *Sustainability in Debate*, 1(2), 47-60. <https://doi.org/10.18472/SustDeb.v1n2.2010.1679>
- Sylla, D., Ba, T., Dalanda Diallo, M., Mbaye, T., Diallo, A., Luc Peiry, J., & Guissé, A. (2019). Dynamique de l'occupation du sol de la commune de Téssekéré de 1984 à 2015 (Ferlo Nord, Sénégal). *Journal of Animal & Plant Sciences*, 40(3), 6674-6689. <https://doi.org/10.35759/JAnmPLSci.v40-3.2>
- Tappan, G. G., Sall, M., Wood, E. C., & Cushing, M. (2004). Ecoregions and land cover trends in Senegal. *Journal of Arid Environments*, 59(3), 427-462. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2004.03.018>
- Tschakert, P., & Dietrich, K. (2010). Anticipatory Learning for Climate Change Adaptation and Resilience. *Ecology and Society*, 15(2), 24. <https://doi.org/10.5751/ES-03335-150211>
- United Nations Convention to Combat Desertification. (2019). *Rapport thématique Afrique de l'Ouest - Neutralité en matière de dégradation des terres : Bénéfices pour la sécurité humaine*, The Global Land Outlook, West Africa Thematic Report. UNCCD.
- Wibowo, A., Salleh, K. O., Frans, F. Th. R. S., & Semedi, J. M. (2016). Spatial Temporal Land Use Change Detection Using Google Earth Data. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 47, 11. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/47/1/012031>

Summary

Sall A.A., Faye E., Saqalli M. Spatio-temporal dynamics of land use in northeastern Senegal: from diachronic analysis to prospective modeling

Background: North-eastern Senegal is a region with extensive pastoral livestock farming based on transhumance, where herders move in search of pasture. **Aim:** This study analyses the spatio-temporal dynamics of land use in north-eastern Senegal over the period 2000–2024. **Methods:** The analysis uses three complementary approaches: multi-temporal remote sensing, field surveys, and prospective modeling. The dynamics observed are studied based on three land cover classes: water surfaces, vegetation, and “other.” The latter category includes bare land, cultivated areas, and anthropized spaces. **Results:** The results reveal a rapid and recurrent decline in vegetation and water bodies between November and May, reflecting the seasonal impact of drought on Sahelian ecosystems. On an interannual scale, a structural trend towards a decrease in vegetation areas (-43.6% between 2000 and 2023) and an increase in ‘other’ areas (+97.6%) is observed, particularly marked after 2013. Projections for 2050 suggest a possible reversal of this trend, with a moderate recovery in vegetation and a slight reduction in degraded areas, particularly as a result of restoration policies. The perceptions of livestock farmers confirm these developments, highlighting the multiple pressures on pastoral resources during the dry season. **Conclusions:** These results highlight the urgent need to strengthen sustainable management strategies and adaptation policies in a Sahelian context subject to increasing climatic and anthropogenic pressures.

Keywords: rangelands, remote sensing, land degradation, environmental modelling, climate change perception, land-use mapping, Senegal

Resumen

Sall A.A., Faye E., Saqalli M. Dinámica espaciotemporal de la ocupación del suelo en el noreste del Senegal: del análisis diacrónico a la modelización prospectiva

Contexto: El noreste del Senegal es una región emblemática de la ganadería pastoral extensiva basada en la trashumancia, en que los ganaderos se desplazan en busca de pastos. **Objetivo:** Este estudio analiza la dinámica espaciotemporal de la ocupación del suelo en el noreste del Senegal durante el período 2000–2004, con una perspectiva de proyección en el horizonte 2050. **Métodos:** El análisis moviliza tres enfoques complementarios: teledetección multitemporal, investigaciones de campo y modelización prospectiva. Las dinámicas observadas se estudian a partir de tres clases de ocupación del suelo: superficies de agua, vegetación y categoría «otros». Esta última agrupa las tierras desnudas, las zonas cultivadas y los espacios antropizados. **Resultados:** Los resultados revelaron una regresión rápida y recurrente de la vegetación y de las superficies de agua entre noviembre y mayo, traduciendo el impacto estacional de la sequía a los ecosistemas sahelianos. A escala interanual, se observó una tendencia estructural a la disminución de las superficies vegetales (- 43,6 % entre 2000 y 2023) y a la extensión de las superficies de «otros» (+ 97,6 %), especialmente marcada después de 2013. Las proyecciones en el horizonte 2050 sugieren una posible inversión de esta tendencia, con una recuperación moderada de la vegetación y una ligera reducción de las superficies degradadas, especialmente gracias al efecto de las políticas de restauración. Los ganaderos confirmaron esta evolución, y destacaron las múltiples presiones ejercidas sobre los recursos pastorales durante la estación seca. **Conclusiones:** Estos resultados ponen en evidencia la urgencia de reforzar las estrategias de ordenación sostenible y las políticas de adaptación en un contexto saheliano sometido a presiones climáticas y antrópicas crecientes.

Palabras clave : tierra de pastos, teledetección, degradación de tierras, modelización del medio ambiente, percepción del cambio climático, cartografía del uso de la tierra, Senegal

Family coordination and adaptation to crises: the new role of digital technology in the resilience of pastoral livestock systems in Senegal

Margot Moniot^{1,2,4*} Nathalie Hostiou²
Serena Ferrari^{1,4} Mouhamadou Lamine Ndiaye⁵
Baba Ba⁶ Jean-Daniel Cesaro^{3,4}

Keywords

pastoralism, information systems, information and communication technologies, livestock management, Senegal

OPEN ACCESS

© M. Moniot *et al.*, 2025
published by Cirad



This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC-BY).

Type: Research article

Submitted: 23 June 2025
Accepted: 06 October 2025
Online: 11 December 2025
DOI: 10.19182/remvt.37892

Summary

Background: Multiple crises are threatening Sahelian pastoral systems. Adopting digital tools could help improve the resilience of pastoralists. However, little is known about the role of digital tools in family-based herd management in times of crisis. **Aim:** This study examines the impact of digital tools on family coordination and adaptive crisis responses. **Methods:** The study combines quantitative analyses of a database on digital equipment, covering 1,260 household leaders and members, and around 50 qualitative interviews exploring their phone usage during day-to-day tasks and when dealing with crises in Senegal. **Results:** Findings reveal a high rate of mobile phone ownership among household leaders, who typically make herd-related decisions. We observed an increase in use among women and sons involved in production – particularly in systems where market access depends on digital technology ownership. On a daily basis, mobile phones facilitate coordination among family members. They are used to transfer information and money within a spatially dispersed family group. Although intra-family negotiations occur, decision-making remains centralized. During crises, response strategies can be implemented rapidly, by mobilizing information networks and improving access to markets for herd destocking. **Conclusions:** The study highlights the collective organization of pastoral livestock systems, and underlines the importance of internal dynamics when it comes to resilience and adaptation strategies.

■ How to cite this article: Moniot, M., Hostiou, N., Ferrari, S., Ndiaye, M. L., Ba, B., & Cesaro, J.-D. (2025). Family coordination and adaptation to crises: the new role of digital technology in the resilience of pastoral livestock systems in Senegal. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 78, 37892. <https://doi.org/10.19182/remvt.37892>

■ INTRODUCTION

Digital tools are generating growing interest worldwide for their potential to transform production systems, including the agricultural sector (Klerkx *et al.*, 2019). In Africa, however, the development of digital innovations faces major structural challenges, including fragile electrical infrastructure, poor telecommunications networks, low literacy levels and limited financial resources (Fuchs & Horak, 2008).

In rural areas in the Sahel region, pastoral systems produce almost a third of the agricultural gross domestic product that includes both livestock and crop production (Hellendorff, 2012). Mobile technologies began to spread in the 2000s, as prices dropped (Ninot & Peyroux, 2018). They are particularly well suited to herders because of their mobility, and the challenges linked to remote livestock markets. Most studies suggest that the majority of pastoralists now own mobile phones and use them in their daily lives (Djohy *et al.*, 2017).

Despite advances in mobile technologies worldwide, herders still tend to use 2G mobile phones with *Global System for Mobile Communications* (GSM) technology. GSM works well in areas with limited access to electricity and poor network quality (Salat *et al.*, 2021). However, it only allows basic voice calls (Ferrari *et al.*, 2024). This limitation raises questions about the genuine transformative potential of GSM technology in pastoral systems (Steinke *et al.*, 2024).

Yet, mobile technologies are often described as “vital” for pastoral communities (Parlasca, 2021). They provide a range of information

1. CIRAD, UMR SELMET, Saint-Louis, Sénégal

2. UMR 1273 Territoires, Université Clermont Auvergne, AgroParisTech, INRAE, VetAgro Sup, Clermont-Ferrand, France

3. CIRAD, UMR SELMET, Montpellier, France

4. SELMET, Univ Montpellier, CIRAD, INRAE, Institut Agro, Montpellier, France

5. ISRA-CRA, Saint-Louis, Sénégal

6. ILRI, Dakar, Sénégal

* Corresponding author

Phone: +221 786583791; E-mail: margot.moniot@cirad.fr

about pasture and borehole conditions to facilitate herd mobility (Butt, 2015), market prices (Baird & Hartter, 2017), and veterinary assistance (Debsu *et al.*, 2016). Phones are also used for mobile payment services. Money can be transferred simply using a phone number, and no bank account is required (Rutten & Mwangi, 2012). This function is especially useful for livestock trading (Sow *et al.*, 2024).

The use of phones and associated digital services is often linked to herd management strategies. It is rarely examined in terms of crisis response. Yet, with the constant climatic, health, and economic shocks facing Sahelian pastoralists (Wane *et al.*, 2020), households have to implement diverse response strategies (Wane *et al.*, 2024). Sahelian pastoralism is based on family livestock management (Ancey *et al.*, 2007), which is rarely considered in studies on digital technology use.

For example, women play a central role in managing production units, but often have limited access to connectivity. They are financially and socially dependent on their husbands' decisions (Porter *et al.*, 2020). Children are also interested in smartphones. Sending photos and videos via WhatsApp helps herders track stolen animals or sell livestock (Nilsson & Salazar, 2017).

The aim of this article is to identify how digital tools influence family coordination and adaptive responses to crises. We studied pastoral families using an adapted version of the livestock farming system framework (Dedieu *et al.*, 2008). It considers that household leaders make decisions within the decision-making sphere, while wives and children carry out production tasks within the production sphere, in both day-to-day and crisis conditions (Wane *et al.*, 2020).

Quantitative analyses were conducted using a database on the digital access of 1,260 household leaders and members. Qualitative surveys on phone use were carried out in relation to family herd management in northern Senegal. Data were analyzed according to four livestock systems: pastoral and agropastoral, with a distinction between herders who supply milk to a dairy that uses digital technology to manage milk collection and the purchase of livestock feed (Cesaro *et al.*, 2021).

MATERIAL AND METHODS

Adapting the Livestock Farming System Approach to Sahelian Pastoralism

The livestock system approach was chosen to focus on individuals, as managers of their livestock production activities (Dedieu *et al.*, 2008). In zootechnical systems, this framework represents the livestock production unit as two interacting spheres (see Figure 1 opposite) for decision-making and production. These are influenced by a series of factors, including objectives, norms, resources, and markets that were not considered in this study.

Decision-making and production are affected by information received from the outside. Therefore, we included mobile phones as tools which are used to receive and share information (including photos, and videos), and to transfer money between the two spheres. The choice of equipment and its use may vary depending on the individual (Ferrari *et al.*, 2024).

In Sahelian households, fathers typically make technical decisions regarding herd management (Ancey *et al.*, 2007). Their sons are responsible for looking after the animals – the eldest are in charge of the cattle and the youngest take care of the small ruminants (Ancey *et al.*, 2009). Women usually collect and sell the milk (Corniaux *et al.*, 2006). In other words, the livestock system is hierarchical. The household leader makes the decisions, and the sons and women are responsible for production (Figure 1).

Sahelian pastoral systems are exposed to various risks and shocks (Banerjee & Duflo, 2011). Wane *et al.* (2020) identified five major

shocks that impact Sahelian pastoral environments: drought, animal disease, conflict, cattle rustling, and rising food prices. When shocks occur, they disrupt pastoral systems, triggering the implementation of response strategies (Nori, 2019; Scoones *et al.*, 2023). In the event of a shock, herders may have recourse to mobile phones. This factor was built into our analytical framework.

Study area

The study area was located in northern Senegal. The climate is characterized by low annual rainfall, below 300 mm, and a seasonal cycle with a rainy season from July to September and a dry season from October to June. Pastoral livestock systems are widespread (Magrin *et al.*, 2011), and varied, due to the diversity of agroecological and socio-economic conditions (Gaye *et al.*, 2020). We have taken this diversity into account (Table I).

In the southern part of the study area, within the sylvo-pastoral reserve known as *Les Six Forages*, transhumant pastoral systems are common. Herds of cattle exist alongside flocks of small ruminants. The number of head often exceeds 100. Small ruminants provide an important source of income, while cattle are kept primarily as a risk-management strategy (Ancey *et al.*, 2009). Both cattle and small ruminants migrate southward or eastward during the dry season (Table I).

In the northern region along the Senegal River, hydro-agricultural developments have encouraged diversification, with a shift from livestock to crop production (Bourgoin *et al.*, 2022). Crop production provides an important source of income. The small ruminant flocks tend to be small. Agropastoral households generally supplement their animals' diets with crop residues and move their herds over short distances, depending on harvesting periods (Table I).

Since 2006, the industrial dairy, the *Laiterie du Berger*, has been operating in Richard-Toll. It collects milk from pastoralists and agropastoralists. The company provides different services. For example, it has set up partnerships to facilitate access to supplies of concentrated feed and forage to support milk production. Herders are encouraged

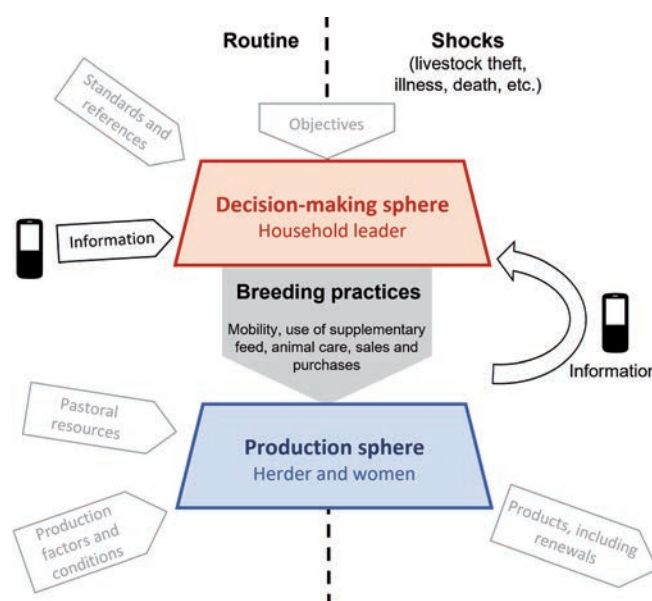


Figure 1: The livestock system framework, combining the decision-making and production spheres adapted to the Sahelian pastoral system // Cadre d'analyse du système d'élevage comme articulation d'un sous-système décisionnel et d'un sous-système de production adapté au système pastoral sahélien. (source: Dedieu *et al.*, 2008)

to keep part of their dairy herds in one place all year round. However, cow productivity remains low, averaging around 3 liters per day during the rainy season and 1 liter in the dry season (Table I).

Quantitative Analysis of the Fracture Numérique project Database

We drew on a database from the *Fracture Numérique* project (Ferrari et al., 2024). In 2022, prior to this study, a quantitative survey was conducted among 1,260 livestock producers. The aim of the survey was to characterize the digital divide (Van Dijk, 2019). It comprised a structured questionnaire including variables corresponding to the four dimensions of the digital divide (physical access to equipment, digital practices, technical skills, and individual motivations), as well as socio-technical individual characteristics.

The aim of our quantitative analyses was to examine digital equipment in the decision-making sphere, represented by household leaders, and in the production sphere, represented by women and sons. The use of mobile money was considered as an indicator of advanced management skills. In general, financial management is controlled by the household leader. The diversity of pastoral systems was taken into account to identify any differences and similarities in terms of digital access and capacities.

Overall, the variables used in the *Fracture Numérique* database for our quantitative analyses included household leader status (yes/no), type of phone used (basic phone/smartphone/no phone), agricultural activity (yes/no), milk collection (yes/no), and use of mobile money (yes/no). The latter highlights changing management skills, since mobile money use is relatively new to pastoralists.

Qualitative Surveys Based on Family Immersion

Immersion lasting from one to three days was also organized between December 2023 and June 2025 in nine villages or pastoral/agropastoral camps. The aim of the qualitative data collection was to complement the quantitative data, by analyzing how different household members use digital tools in their daily lives and in response to shocks, across the different pastoral systems.

The sites were selected to represent the four livestock systems found in the study area (Table I). During the immersion, 58 interviews were conducted with individuals selected using a snowball sampling method to capture the diversity of household members. Among them, 26 were household leaders, 11 were herders, and 21 were women. Of the total, 11 pastoralists and 6 agropastoralists did not collect their milk for the industrial dairy, while 21 pastoralists and 20 agropastoralists did collect their milk for the dairy (Table II).

Table I: Characteristics of the four livestock production systems included in the study /// Caractéristiques des quatre systèmes de production animale inclus dans l'étude

	Milk not collected		Milk collected	
	Pastoral	Agropastoral	Pastoral	Agropastoral
Location	Sylvo-pastoral reserve	Senegal River	Sylvo-pastoral reserve, along a collection route	Senegal River, along a collection route
Agriculture	No	Yes	No	Yes
Small ruminants	Highly developed	Limited	Highly developed	Limited
Herd size	Large (+100)	Medium (20-80)	Large (+100)	Medium (20-80)
Supplementary feed	None	Crop residues	Bought-in forage and concentrate feed	Crop residues and concentrate feed
Transhumance	Towards east and south of the country	Intra-regional, depending on harvests	Towards east and south of the country, with sedentarization of the dairy animals	Intra-regional, depending on harvests and collection routes
Milk use	Household consumption and informal market sales	Household consumption and informal market sales	Household consumption and formal market sales	Household consumption and formal market sales

Table II: Numbers of individuals surveyed during the *Fracture Numérique* project (Ferrari et al., 2024), and by the authors during periods of immersion /// Nombre de personnes interrogées dans le cadre du projet *Fracture Numérique* (Ferrari et al., 2024) et par les auteurs lors des immersions

			Milk not collected		Milk collected		Total
			Pastoralists	Agropastoralists	Pastoralists	Agropastoralists	
Number of individuals surveyed	During the <i>Fracture Numérique</i> Project (Ferrari <i>et al.</i> 2024)	Household leaders	86	107	27	88	308
		Other members	438	225	151	138	952
		Total	524	332	178	226	1260
	By the authors	Household leaders	5	2	8	11	26
		Shepherds	2	1	3	5	11
		Women	4	3	10	4	21
		Total	11	6	21	20	58

The interviews explored phone use during daily tasks (grazing, watering, animal care, and marketing), and in response to shocks (drought, livestock theft, animal diseases, rising feed prices, and conflicts). They were complemented by direct observations, recorded in a notebook during field visits to accompany the individuals surveyed while they carried out their various pastoral activities.

All interviews and observations were recorded, transcribed, and coded using the software *Taguette*. Codes were assigned to each type of daily task or shock. The results were then analyzed code by code, first within the same categories of workers and livestock systems, in order to detect any differences in digital tool use among individuals with the same profile.

They were then compared across livestock systems for the same worker categories. This allowed us to identify differences in digital tool use between systems, and among individuals with the same roles in a given livestock system. The results are presented according to the livestock systems.

■ RESULTS

Digital Technologies in the Decision-making and Production Spheres

Digital Equipment

According to the database analysis, 95% of the household leaders interviewed own a mobile phone. The survey revealed that almost all household leaders are involved in selling livestock, which requires a mobile phone. Owning a phone is thus useful for production-related activities, which are managed by the decision-maker.

Phone ownership among household leaders is relatively consistent across the different livestock systems. In contrast, ownership rates in the productive sphere average 66%, with some system-based variation: around 60–68% of pastoral and agropastoral households, who do not collect their milk for the dairy; and slightly higher rates of 72–74% among the pastoral and agropastoral households who do sell milk to the dairy.

We found that milk collection significantly increases the phone ownership rate among other household members. This is due to the *Laiterie du Berger*'s marketing system, whereby a phone number is linked to a milk can number (which serves as supplier ID). Milk collection is primarily carried out by women and herders. The dairy company encourages them to have their own digital identities.

In this context, the qualitative surveys reveal the practices adopted by household leaders: either they associate their own phone number with the can number; or they equip other household members with a phone, which gives the latter a degree of autonomy. The following quote illustrates the second strategy: *“I told my wife that she should register her own can number. She needed a phone number for that, so I bought her one. She manages it. I trust her.”* (Head of an agropastoral household, interviewed in Médina, in May 2025).

We found that 18% of household leaders and 18% of other household members own a smartphone. This suggests that smartphones may not be essential tools for decision-making, although differences emerge across livestock systems. In agropastoral systems, household leaders are slightly better equipped with smartphones than other household members. In contrast, in pastoral systems, other household members are better equipped (Table III).

Interviews reveal that young people are interested in smartphones for accessing social media (TikTok, Instagram, etc.). In pastoral systems, young people may acquire smartphones when they are staying in urban areas. Some young people use money earned from managing

small ruminants. In contrast, many household leaders do not consider that smartphones are worth the investment.

In agropastoral households, buying a smartphone is more socially accepted because of the stronger urban influence. Some household leaders give their children a smartphone, for example, by selling a calf. One household leader interviewed in May 2025 explains: *“Why do my daughters have smartphones and not me? They're students. If they need something, I give them priority.”*

This illustrates that household leaders sometimes use the family livestock capital to meet material needs. In pastoral systems, household leaders tend to use simple, low-cost digital tools rather than investing in expensive smartphones. They give priority to building up their family livestock capital, and ensuring household security and the transmission of livestock, as inheritance to their children.

Upgrading Skills with Digital Uses

Household leaders use mobile money applications more frequently than other members of the household (57% versus 50%, respectively, among phone owners). This reflects the distribution of roles and activities within the farming system. Indeed, household leaders are generally responsible for managing financial and economic activities (agriculture, trade and wage earning), which involve receiving money.

Among pastoralists equipped with a phone, the rate of mobile money use by other members exceeds that of household leaders: 37% versus 29%, respectively, for pastoralists who do not collect milk for the dairy; and 61% versus 44% for pastoralists who do collect milk (Table IV).

Young people are interested in mobile phones for social reasons. In addition, many young people, especially younger sons, also manage small ruminants, which involves financial management. Older household leaders who are unfamiliar with digital tools may ask their children to help them, in return for cash.

Table III: Smartphone ownership rates by type of farming system and stakeholder category /// Taux d'équipement en smartphones par type de système agricole et catégorie d'acteurs concernés

	Milk not collected		Milk collected	
	Pastoralists	Agropastoralists	Pastoralists	Agropastoralists
Household leaders	8%	20%	15%	26%
Other members	15%	18%	21%	25%

Table IV: Mobile money usage by type of farming system and stakeholder category, among individuals equipped with a phone /// Taux d'utilisation de l'argent mobile par type de système agricole et catégorie d'acteurs, parmi les personnes équipées d'un téléphone

	Milk not collected		Milk collected	
	Pastoralists	Agropastoralists	Pastoralists	Agropastoralists
Household leaders	29%	61%	44%	81%
Other members	37%	59%	61%	72%

Table IV shows that agropastoralists use mobile money technology more frequently than pastoralists, across the different household categories. Their use is linked to transactions relating to their agricultural activities.

Milk collection significantly increases mobile money use among other household members. The *Laiterie du Berger* requires a phone number to process monthly milk payments using mobile money applications. It encourages women and young herders to have their own accounts to receive payments. This allows them to develop their financial management skills.

“I opened a mobile money account in 2021 at the same time as opening a collection can. I needed it to receive my money.” (A woman from an agropastoral household who collects milk for the dairy, interviewed in Belel Massoce, in May 2025).

Similarly, milk collection appears to increase the use of mobile money among household leaders, particularly in agropastoral systems. In fact, some leaders want to be the official holders of the can number to continue receiving milk payments. Milk productivity is higher in agropastoral systems, which may explain why they want to control the financial transactions.

Our analysis highlights that mobile phones are crucial for decision-makers. It also reveals that other household members tend to be better equipped, have more experience and greater skills. This phenomenon is widespread in systems where there is a division of roles with regard to market access. This organization affects mobile phone ownership and the use of mobile money. The distribution of smartphones does not strictly follow traditional hierarchical role divisions. Indeed, decision-makers are not always the best equipped. This suggests that smartphones are not just a decision-making tool associated with livestock production.

The Use of Digital Tools for Daily Activities

Grazing

Grazing follows seasonal patterns and the annual agricultural calendar (e.g. accessibility of rice crop residues in the Senegal River valley). According to the surveys, herders have a degree of autonomy

when it comes to managing their animals during the day. Generally, they lead their herd to grazing areas in the morning and redirect or guide their animals as needed throughout the day.

While out herding, the herder can phone the household leader to request assistance. For example, they can arrange for a replacement to come, without having to leave the herd temporarily to return to camp. This form of coordination helps ensure security in a context of widespread livestock theft. It also improves the herder's working conditions, which are often described in interviews as particularly difficult (long days of walking, social isolation, etc.).

“Last time, a snake bit a shepherd. He couldn't walk. He called for help. We took him home.” (A herder from a pastoral household that collects milk, interviewed in Mbelon Touffam, in June 2024).

In this type of risky environment, some household leaders call their herders several times a day to check on the herd and grazing conditions. The calls are not necessarily intended to modify herding decisions, but to reassure the livestock owner. This is important given that the family's entire capital is entrusted to a single person—the herder (Figure 2). From the household leader's perspective, the phone is an indispensable tool for the herder and for herding.

“He (my father) calls me during the day. He asks me, ‘Where are you?’, ‘Is there any pasture?’ and ‘Aren't you in a forbidden place?’ It reassures him.” (A herder from a pastoral household that collects milk, interviewed in Niary, in June 2025).

This practice is less common with small ruminant flocks, as shepherds typically own the animals they manage. In the case of cattle herds, most animals belong to the household leader, and other family members own the rest. Therefore, family members also call the cattle herder frequently to stay informed about their animals' welfare. This shows that phone use largely depends on livestock ownership.

Lastly, in transhumant pastoral systems, women also play an important role, by informing the household leader and giving him herd updates. Indeed, women may be asked to accompany herders on transhumance to take care of domestic tasks, such as preparing meals and managing the camp. As a result, household leaders often provide women with phones.



Figure 2: A household leader (left) with his herder son (right), talking on the phone while grazing the herd /// *Un chef de famille (à gauche) et son fils berger (à droite) discutant au téléphone pendant qu'ils font paître leurs animaux*

Searching for Water and Feed for the Herd

In pastoral systems, fetching water for the animals is one of the main daily activities during the dry season. It is usually carried out by the daughters, who have to travel several kilometers by cart to reach the nearest borehole and fill up a water barrel. The task, which is dangerous because of the barrel's weight, is essential to camp life. The phone allows them to communicate with the household leader in the event of problems, such as breakdowns or accidents on the road or at the borehole.

In agropastoral systems near the Senegal River Valley, access to semi-natural watering points (ponds and canals) is more widespread. During the dry season, surveys show that women spend time collecting wild grasses and straw to supplement the herd's daily ration. Phones are used to coordinate with household leaders or other family members in order to transport the cut forage back to camp, for example, by requesting a cart.

"I don't have a mobile phone. When I go out collecting weeds and need to call a family member to help me bring back what I've found, I borrow someone's phone." (A woman from a pastoral household that collects milk, interviewed in Medina, in June 2025).

Herders that collect milk have access to livestock feed markets where goods can be purchased on credit and paid back with money from milk sales. Many of the household leaders surveyed entrust their wives with the task of calling to check credit eligibility and going to the store to pick up the feed bags. However, it is the household leader who decides how to distribute the feed to the animals. This illustrates how productive members of the household are empowered when they are involved in milk collection.

Animal Care

In most cases, the household leader is responsible for managing animal health. They control household spending, and decide whether to buy medication or call a veterinarian. The phone is important for communicating information and coordinating between the decision-maker and herder. Being in daily contact with the animals means that the herder is the best placed to observe animal health—especially when the herd does not return to camp in the evening because grazing areas are too far away.

"If an animal is sick and the herd is away from camp, my herder calls me. I go to see it and call the vet, if necessary." (The household leader that collects milk, interviewed in Niary, in June 2024).

To complement the report of a sick or injured animal, photos or videos can be sent with WhatsApp using a smartphone. The household leader can then forward them to a veterinarian. When the head of household is unfamiliar with digital technology, they can borrow one of their children's devices or ask them for help. This highlights how smartphones can help intra-family coordination, and improve the herd manager's decision-making.

Livestock and Milk Marketing

Household leaders are usually responsible for selling animals. They often contact an intermediary (*Tefanke* in Fulani), who comes to the camp to collect the animal and transport it to the market for sale. They are paid a commission. Household leaders may also have direct contact with buyers from urban areas, who are looking for animals, for religious holidays (*Tabaski*).

Having a smartphone to send photos or videos of the animal for sale via instant messaging groups genuinely facilitates transactions. As with animal health management, household leaders without a smartphone often borrow one from a family member. In this way, they can

talk to potential buyers, post a status update about the animal for sale, or share an announcement in herders' discussion groups.

"I don't have a smartphone. But I've already borrowed my nephew's to sell an animal." (The leader of an agropastoral household that does not collect milk, interviewed in Belel Massoce, in May 2025).

According to the surveys, the use of mobile money by household leaders for commercial transactions is not widespread. However, they may deposit cash from sales into their accounts to redistribute funds to distant productive members of the household. For instance, transhumant herders often need money to pay for water for the animals or for their personal needs. The household leader can send it simply using a phone number.

Different family members (in the productive sphere), use the mobile phone on a daily basis to inform the household leader (decision-making sphere) about various activities. Although smartphones are not essential for decision-making, they are useful for coordination. Mobile money applications facilitate the circulation of financial resources between the different family members, who generate income or manage spending. In other words, the phone can help decentralize activities without actually undermining centralized decision-making and management.

The Use of Digital Tools in Times of Crisis

Drought

Herd mobility is a key strategy for coping with drought. Although herders have a degree of autonomy regarding where animals graze, it is generally the household leader who decides when it is time for the transhumance. Their decision is based on regular phone calls with the herder, who provides updates about grazing conditions.

Phone calls have largely replaced the traditional practice of sending scouts—usually a son—to assess pasture conditions. The scouts would report back to the household leader before a decision was made to move the herd. Most of the surveyed households have practiced transhumance in the same area for decades. Their long-term experience means they can rely on trusted local contacts to provide accurate information.

"Our cows go on transhumance to Mpal. We've been going there for several years now when the grass runs out here. It's easy because we're welcomed by relatives. Before I leave, I call them to find out if the situation is favorable." (The leader of a pastoral household that does not collect milk, interviewed in Gandiaye Peul, in July 2024).

During transhumance, herders are sometimes accompanied by their wives. When they pass other camps, they glean information about pasture and water availability over the next 10 kilometers. In this way, they can evaluate and adjust their route, if necessary. Informal discussions are also useful for sharing important local updates, such as bushfires or livestock thefts.

If the household leader does not accompany the herd during transhumance, they are generally informed of route changes. They can also check information at a distance, using their network of contacts. This may include members of borehole committees, pastoral units, and other numbers that they have kept from previous transhumance trips. In this way, the mobile phone can help strengthen anticipatory strategies at a distance.

Livestock Theft

When a herder reports a theft, household leaders mobilize their local network—mainly neighbors—to gather and share information about the missing animal. Subsequently, a wider circle may be contacted by telephone, including the police, veterinary services, herders' groups,

and livestock market officials. The denser the household leader's social network, the more effective the response to this type of incident.

The local livestock market officials are contacted because they have developed several mechanisms to combat cattle theft. For example, sales transactions are carried out at physically marked sales points. Market managers have a record of the phone numbers of every buyer and seller to ensure traceability. Therefore, they can track the chain of transactions linked to a suspected theft.

Skin marking is the main method for identifying livestock. Surveys have shown that, in the event of theft, photos or videos of the animal are important to help identify the animal. They can also be used to file a complaint. Above all, they can be shared widely on WhatsApp groups. Some groups are even dedicated to tracking stolen livestock.

The use of smartphones has become part of an effective strategy to respond to cattle theft. This is demonstrated by a leader of a pastoral household that collects milk: *"Of course the phone matters. Last time, there was a guy on the (WhatsApp) group who'd had his cow stolen. He sent photos. They found it in the Saint-Louis area."* (Interviewed in Dagana, in January 2024).

Spread of Animal Diseases

In all farming systems, mobile phones are used to call a veterinarian when there is a disease outbreak. However, some of the leaders surveyed consider that veterinary services are too expensive, and prefer to avoid what they consider to be "avoidable" costs. As a result, many resort to traditional practices or do not alert a specialist until the disease is well established. Mobile phone use, therefore, does not necessarily improve responsiveness during disease outbreaks, particularly when the response strategy costs money.

Individuals who are skilled but not state-certified are sometimes called on to treat animals. Although this practice is illegal, it is much cheaper, and reflects the lack of official veterinarians. As one household leader from a milk collecting pastoral household stated *"Call an official vet? What for? You call and call and they don't even come."* (interviewed in Gaye, in June 2026).

Our survey revealed that to cut costs, some household leaders ask herders with smartphones to photograph empty medication boxes after veterinary treatments. In this way, household leaders can show the pictures when they go to the veterinary pharmacy, and buy the medication without consulting a veterinarian the next time the disease occurs. This use of smartphones reflects the emergence of new response strategies. Nonetheless, this practice can put the herd at risk.

Rising Feed Prices

In milk collecting systems that rely heavily on supplementary feed for dairy cows, transhumance remains the main adaptive strategy to counter rising feed prices. Households who can no longer afford to buy feed also practice transhumance. During the dry season, when herders leave the base camp and move livestock to distant pasture, they temporarily exit the *Laiterie du Berger's* informal digital management system. Milk collection and feed purchases from local shops are suspended.

In pastoral systems with small ruminants, animals are sold to offset rising feed prices. A household leader may sell the small ruminants in one of his sons' flocks to cover the higher feed costs of the family's cattle. This strategy shows how families work together, drawing on their livestock assets to cope with the shock of price hikes.

In this context, the telephone facilitates rapid market access. The head of households can contact a buyer or an intermediary. They often have the numbers of several *Tefanke*, who they can contact if they have urgent financial needs. In general, they have to negotiate if they want

to be paid immediately. In fact, most *Tefanke* only pay once the animal has been sold at the market. Household leaders also use their sons' smartphones to advertise an animal for sale, using WhatsApp groups or status updates on social media.

In the agropastoral systems in the Senegal River Valley, there are fewer small ruminants, and cattle herds tend to be smaller than in the pastoral systems of the Ferlo. This reflects a gradual shift toward adaptive strategies in response to changing production conditions. As one household leader explains: *"Mentalities are changing here. You can no longer afford to have a herd of 200–300 animals. It's too expensive."* (from an agropastoralist household, interviewed in Niary, in January 2025).

The use of smartphones is widespread in the region, particularly for sending audio messages. In their view, pastoral livestock farming is no longer sustainable, given the physical and financial conditions of access to grazing. As a result, they are urging other pastoralists to "modernize" their practices, by reducing herd size and intensifying production. In some situations, individuals are prioritizing access to digital technology, rather than herd accumulation. This illustrates a paradigm shift, which is associated with the use of digital technology.

"Here, soon, we won't be doing these things of going to the pasture all day. We will have modern livestock farms." (A herder from a milk collecting agropastoralist household, interviewed in Diadoum, December 2025).

Conflicts over resource use

In a context of growing livelihood diversification and increasing competition for resources, numerous conflicts have emerged between farmers or agribusiness actors and herders. The Senegal River Valley is a case in point. In cultivated areas, agropastoral herders move their livestock collectively. They use mobile phones to coordinate in order to prevent conflicts, and minimize the risk of animals straying into cultivated fields.

When an incident occurs, herders in the field can phone an influential person to help resolve the conflict. For example, they can call the household leader or village chief when an animal strays into a farmer's field. In some cases, a mediator with a more formal or external role may be contacted. This was the case for one herder from an agropastoral household with no milk collection: *"When my cart is confiscated in the CSS straw fields, I call the village chief of Bardial 2. He is the mediator between the population and the CSS."* (Interviewed in Niary, in December 2024).

Conflicts between herders and farmers sometimes escalate into violence, particularly toward the end of the dry season when resources are scarce. Herders record violent incidents with their smartphones. Recordings can be used as evidence to support a formal complaint to the police. Videos showing acts of aggression also circulate on instant messaging groups. Although smartphones are emerging as a new tool for self-defense among herders, their use can exacerbate rather than alleviate tensions between communities.

"Look, you can see in the video that this farmer beat my goat. I recorded it so I can file a complaint." (A woman from a pastoral household that does not collect milk, interviewed in Gandiaye Peul, in February 2024).

In times of crisis, if household leaders are immediately informed by phone, they can initiate response strategies rapidly. Phones are used to mobilize information networks in response to drought, livestock theft, and conflicts. Similarly, digital access to livestock markets is used in response to rising feed prices. This use of smartphones is associated with new coping strategies. By accelerating response strategies, digital technology can improve the effectiveness of coping mechanisms.

■ DISCUSSION

Methodological limitations

Quantitative analyses based on the *Fracture Numérique* project database did not consider the gender variable (men/women) in the productive sphere, although access to digital tools may vary according to gender (Summers *et al.*, 2020; Ferrari *et al.*, 2024). Therefore, results regarding equipment in the productive sphere may conceal significant differences between the different household members.

In the Sahelian context, the basic residential unit is the camp (Manoli *et al.*, 2014), which includes one or several houses, corresponding to one or more households. A house is usually associated with a herd of cattle and one or more flocks of small ruminants. Therefore, the house leader (as opposed to the household leader) is regarded as the farm manager (Corniaux *et al.*, 2006). We assimilated household leaders to farm managers in order to facilitate the use of the database.

The survey questionnaire used in the *Fracture Numérique* project identified whether respondents were household leaders, without indicating if they were also house leaders. This introduced a methodological limitation in our study. Indeed, while all house leaders are also household leaders, not all household leaders hold authority at the house level. However, many of our respondents were probably house leaders, given that survey participation typically involves individuals of higher social standing.

Lastly, the survey was conducted in 2022, just after the implementation of the digital milk payment system introduced by the *Laiterie du Berger*. The use of smartphones and associated modern technology only started spreading in around 2020. With the rapid spread of innovations, as theorized by Rogers (2003), repeating the quantitative survey would have allowed us to track changes in equipment ownership within the productive sphere, or shifts in management responsibilities linked to mobile money use.

Framework selection

The livestock system framework used here to represent Sahelian pastoral farms (developed by Dedieu *et al.*, 2008), tends to oversimplify family structures, despite its apparent collective dimension (Corniaux *et al.*, 2006). It concentrates decision-making authority in the hands of the household leader, while women and younger family members are primarily considered as task executors.

For example, Ancy *et al.* (2007) highlighted the diversity of role distribution within the family, especially in collective management systems where brothers or eldest sons may have decision-making autonomy. Our study provides several examples of family members negotiating as part of the decision-making process. This gives women and sons the opportunity to participate in herd management.

Taking this diversity into account would have allowed a more detailed assessment of the role of digital technology in family working groups. Gotti (2023) conceptualized the decision-making sphere as including all human resources, and the productive sphere as including all non-human resources on the farm. This concept highlights the role of each member of the working group regarding herd management decisions.

This approach would have enriched our analysis, by allowing us to include family members who do not live in the household. Baird and Hartter (2017) highlight the fact that children who move to the city may play a role in the resilience of pastoral households. For example, they may contribute to the family economy, by transferring money using mobile money applications. This demonstrates that resilience does not only depend on “productive” or “decision-making” members, a phenomenon that is often overlooked.

GSM phones vs smartphones for coordination

GSM phones are currently more widespread in pastoral settings. Their popularity is linked to their different features. They are affordable, easy to use, have a long-lasting battery, and provide reliable access to basic telecommunications networks. As shown in earlier research, they facilitate coordination, both within a household and with external stakeholders, such as veterinarians or livestock buyers (Rasmussen *et al.*, 2014). Despite some issues of jealousy, household leaders recognize that it is important for their wives to have a phone, given the division of labor in the household.

In recent years, smartphones have grown in popularity. As shown by Nilsson and Salazar (2017), some young pastoralists take and send photos to inform about pastures, even if their role in decision-making is limited. Intra-family coordination is important. As already mentioned, household leaders can borrow their son's smartphone, which can be useful for livestock management. On a daily basis, smartphones are often simply a source of entertainment for young people, who frequently use apps like Facebook and TikTok.

Yu and Farrell (2016) warned that social media use can generate tensions within families. Indeed, older generations may fear that social media platforms encourage behaviors that are incompatible with their pastoral values. Moreover, Rangé (2020) suggests that young herders' pursuit of financial independence—which may involve the acquisition of a smartphone—can drive rural exodus, thereby eroding family labor.

This raises questions about whether smartphones enhance cohesion and coordination or, conversely, destabilize family structures in vulnerable pastoral systems. Youth disengagement and reliance on hired labor are on the rise (Wane *et al.*, 2010; Diao Camara & Ancy, 2017). Young people are increasingly skilled at using new technologies, which raises the question: does pastoralism still have an appeal? A study investigating the effects of Internet access and “opening up to the world” on young pastoralists would be particularly valuable.

GSM phones vs smartphones for resilience

In a crisis, phone use can accelerate the implementation of response strategies, and help with prediction. However, they do not fundamentally change practices, regarding transhumance routes, as shown by Asaka and Smucker (2016). The selection of “good pastures” is generally based on herders' habits and pre-existing social networks (Ancy & Camara, 2004; Scoones, 2023). Many pastoralists are still wary of information shared by phone because of the spread of false or misleading information (Butt, 2015).

Smartphones support certain response strategies in the event of a shock. However, they do not necessarily improve resilience, a point not previously demonstrated in the literature. For example, their relatively high cost (equipment, mobile packages, and electricity), represents a financial burden at a time when climatic and economic hazards are undermining the profitability of pastoral activities.

Expenditure on digital tools remains limited. Prices start at 10,000 FCFA for a basic GSM phone and 3,000 FCFA per month for a mobile plan (Ferrari *et al.*, 2024). However, this expenditure is likely to rise with the growing popularity of digital devices. For example, a Samsung smartphone is sold from 50,000 FCFA, roughly the price of a sheep. According to Santoir (1994), these added expenses may undermine traditional household security strategies, particularly as daily costs of living are rising (health care, fuel, feed).

Purchasing a smartphone can be seen as an economic trade-off for herders: investing in a device to reduce livestock losses due to shocks; or avoiding the expense, but risking herd losses. The outcome of this trade-off is uncertain. Nonetheless, it should be considered in future

studies on the resilience of Sahelian pastoral systems, especially as more sophisticated technologies, like smartphones, are being adopted.

Smartphones are associated with a decline in the use of traditional communication tools, such as the radio, especially among young people. Yet older technology is still essential for broadcasting live-stock-related information, such as vaccination campaigns or weather alerts. Smartphone use may exacerbate community tensions or introduce new risks, for example bringing changes to animal health management. These issues raise questions about the appropriateness of promoting smartphones as tools for resilience in pastoral areas.

■ CONCLUSION

This study shows that digital technologies, such as mobile phones, are becoming an integral part of Sahelian pastoral and agropastoral farming systems. Decision-makers use mobile phones, and family members in the productive sphere are increasingly adopting them, particularly in integrated systems, for example when milk collection and payment involves the use of digital technology.

On a day-to-day basis, the telephone facilitates the flow of information and money between family members, despite their frequent spatial dispersion, and centralized decision-making. In times of crisis, phones help accelerate the implementation of response strategies, such as mobilizing information networks or accessing livestock markets to sell animals.

This study sheds light on the resilience mechanisms of pastoral systems, suggesting that digital technology is a tool that could improve the security of pastoral livestock production. Phone use is generally associated with the household leader, who liaises with external actors. To date, the use of phones in terms of household integration in pastoral value chains has been overlooked. Exploring this aspect would improve our understanding of family coordination and livestock management in pastoral and agropastoral systems, which could make a valuable contribution to enhancing the resilience of pastoralists.

Acknowledgments

The authors express their thanks to the Convergence Institute for Digital Agriculture (#DigitAg) for supporting and funding the research activities related to this article. They would also like to thank the French Ministry of Foreign Affairs and Europe for supporting and funding the *Fracture Numérique* project.

Funding

This research was funded by the Convergence Institute #DigitAg.

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

Authors' contributions

MM designed and planned the study, and collected and analyzed the data. NH, SF, MLD, BB, and JDC reviewed the manuscript.

Ethics approval

The study followed the ethical principles and good practices proposed by Van Campenhoudt *et al.* (2022). Respondents were informed about the study's objectives and the guarantee of anonymity, and they explicitly consented to participate.

Data Availability

The data supporting the findings of this study are available from the authors upon request.

Declaration of Generative AI in the writing process

The authors declare that Generative AI tools were used to assist in the writing of the manuscript. The authors retain full responsibility for the content and accuracy of the text.

REFERENCES

- Ancey, V., & Camara, A. D. (2004, 25-30 juillet). L'information sur les ressources naturelles en milieu pastoral : Le secret des « modji jofde », les bons endroits. World Congress of Rural Sociology. Trondheim, Norvège. <https://agritrop.cirad.fr/579811/>
- Ancey, V., Ickowicz, A., Manoli, C., & Magnani, S. (2007, Décembre). *Liens entre troupeaux et familles chez les Peuls du Ferlo* : Indicateurs socio-économiques des mutations de l'élevage pastoral. 3R : Rencontres autour des recherches sur les ruminants. France. https://journées3r.fr/wp-content/uploads/2008/12/2007_04_pastoralisme_09_Ancey-b84.pdf
- Ancey, V., Ickowicz, A., Corniaux, C., Manoli, C., & Magnani, S. D. (2009). Stratégies pastorales de sécurisation chez les Peuls du Ferlo (Sénégal). *Journal des Africanistes*. <https://agritrop.cirad.fr/563622/>
- Asaka, J. O., & Smucker, T. A. (2016). Assessing the role of mobile phone communication in drought-related mobility patterns of Samburu pastoralists. *Journal of Arid Environments*, 128, 12-16. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2015.12.001>
- Baird, T. D., & Hartter, J. (2017). Livelihood diversification, mobile phones and information diversity in Northern Tanzania. *Land Use Policy*, 67, 460-471. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.05.031>
- Banerjee, A., & Duflo, E. (2011). *Poor Economics: A Radical Rethinking of the Way to Fight Global Poverty*. Public Affairs.
- Bourgoin, J., Diop, D., Touré, L., Grislain, Q., Interdonato, R., Dieye, M., Corniaux, C., et al. (2022). Beyond controversy, putting a livestock footprint on the map of the Senegal River delta. *Land Use Policy*, 120, 106232. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106232>
- Butt, B. (2015). Herding by Mobile Phone: Technology, Social Networks and the "Transformation" of Pastoral Herding in East Africa. *Human Ecology*, 43(1), 1-14. <https://doi.org/10.1007/s10745-014-9710-4>
- Cesaro, J.-D., & Sow, A.-P. (2021). Des outils numériques pour gérer un bassin laitier d'agropasteurs en Afrique de l'Ouest. *Grain de sel*, 81, 20-21.
- Corniaux, C., Vatin, F., & Faye, B. (2006). Gestion du troupeau et droit sur le lait : prise de décision et production laitière au sein des concessions sahéliennes. *Cahiers Agricultures* 15(6). <https://revues.cirad.fr/index.php/cahiers-agricultures/article/view/30611>
- Debsu, D. N., Little, P. D., Tiki, W., Guagliardo, S. A. J., & Kitron, U. (2016). Mobile phones for mobile people: The role of information and communication technology (ICT) among livestock traders and Borana pastoralists of southern Ethiopia. *Nomadic Peoples*, 20, 35-61. <https://doi.org/10.3197/np.2016.200104>
- Dedieu, B., Faverdin, P., Dourmad, J. Y., & Gibon, A. (2008). Système d'élevage, un concept pour raisonner les transformations de l'élevage. *INRAE Productions Animales*, 21(1), 45-58. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2008.21.1.3374>
- Djohy, G., Edja, H., & Schareika, N. (2017). Mobile phones and socio-economic transformation among Fulani pastoralists in northern Benin. *Nomadic Peoples*, 21(1), 111-135. <https://doi.org/10.3197/np.2017.210106>
- Diao Camara, A., & Ancey, V. (2017). Les rapports des jeunes à la mobilité : Contrainte sociale ou force d'individuation (Sahel). In *Mobilité pastorale et développement au Sahel*. L'Harmattan. <https://agritrop.cirad.fr/587681/>
- Ferrari, S., Moniot, M., Ba, B., Asseloka, A., Ndiaye, M. L., Paget, N., Bonnet, P., & Cesaro, J.-D. (2024). Pastoralisme et frugalité numérique : Évaluation des usages chez les ménages pastoraux au Sénégal. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 77, 1-9. <https://doi.org/10.19182/remvt.37200>
- Fuchs, C., & Horak, E. (2008). Africa and the digital divide. *Telematics and Informatics*, 25(2), 99-116. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2006.06.004>
- Gaye, P., Traore, E., Mamadou, C., Ciss, A., Dieng, A., Cesaro, J.-D., & Sall, C. (2020). Typologie des systèmes bovins du bassin de collecte de la Laiterie Du Berger (LDB). *Journal of Animal and Plant Sciences*, 44, 7577-7590.
- Gotti, V. (2023). La gestion intégrée de la santé animale étudiée via le prisme du travail : Cas des élevages laitiers du Grand Ouest français. [Thèse de doctorat, AgroParisTech]. Thèses.fr. <https://theses.fr/2023AGPT0002>
- Hellendorff, B. (2012). *Changement climatique et conflits agro-pastoraux au Sahel*. Note d'analyse du Grip. <http://www.grip.org/fr/node/546>

- Klerkx, L., Jakku, E., & Labarthe, P. (2019). A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 90-91, 100315. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100315>
- Magrin, G., Ninot, O., & Cesaro, J.-D. (2011). L'élevage pastoral au Sénégal entre pression spatiale et mutation commerciale. *M@ppemonde*, 103, 1-17. <http://mappemonde.mgm.fr/num31/articles/art11304.html>
- Manoli, C., Ancey, V., Corniaux, C., Ickowicz, A., Dedieu, F., & Moulin, C.-H. (2014). How do pastoral families combine livestock herds with other livelihood security means to survive? The case of the Ferlo area in Senegal. *Pastoralism: Research, Policy and Practice*, 4(3), 1-11. <https://doi.org/10.1186/2041-7136-4-3>
- Ninot, O., & Peyroux, É. (2018). Révolution numérique et développement en Afrique : une trajectoire singulière. *Questions internationales*, 90(2), 44-52. <https://doi.org/10.3917/quinq.090.0044>
- Nilsson, J., & Salazar, N. B. (2017). Embedded and re-purposed technologies: Human mobility practices in Maasailand. *Mobilities*, 12, 445-461. <https://doi.org/10.1080/17450101.2015.1099831>
- Nori, M., & Scoones, I. (2019). Pastoralism, uncertainty and resilience: Global lessons from the margins. *Pastoralism*, 9(1), 10. <https://doi.org/10.1186/s13570-019-0146-8>
- Parlasca, M. C. (2021). A vital technology: Review of the literature on mobile phone use among pastoralists. *Journal of International Development*, 33(4), 780-799. <https://doi.org/10.1002/jid.3540>
- Porter, G., Hampshire, K., Abane, A., Munthali, A., Robson, E., de Lannoy, A., Tanle, A., & Owusu, S. (2020). Mobile phones, gender, and female empowerment in sub-Saharan Africa: Studies with African youth. *Information Technology for Development*, 26(1), 180-193. <https://doi.org/10.1080/02681102.2019.1622500>
- Rasmussen, L. V., Mertz, O., Rasmussen, K., Nieto, H., Ali, A., & Maiga, I. (2014). Weather, climate, and resource information should meet the needs of Sahelian pastoralists. *Weather, Climate, and Society*, 6(4), 482-494. <https://doi.org/10.1175/WCAS-D-14-00010.1>
- Rangé, C. (2020). *Jeunes pasteurs en ville – Réseaux et trajectoires migratoires des jeunes d'origine pastorale. Tchad, Burkina Faso*. FAO. <https://doi.org/10.4060/ca7213fr>
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (5th ed.). New York, NY: Free Press.
- Rutten, M., & Mwangi, M. (2012). Mobile cash for nomadic livestock keepers: The impact of the mobile phone innovation (M-Pesa) on Maasai pastoralists in Kenya. In *Pastoralism and Development in Africa* (pp. 79-101). Brill. https://doi.org/10.1163/9789004245440_006
- Salat, H., Schläpfer, M., Smoreda, Z., & Rubrichi, S. (2021). Analysing the impact of electrification on rural attractiveness in Senegal with mobile phone data. *Royal Society Open Science*, 8(10), 201898. <https://doi.org/10.1098/rsos.201898>
- Santoir, C. (1994). Décadence et résistance du pastoralisme. Les Peuls de la vallée du fleuve Sénégal. *Cahiers d'études africaines*, 34(133-135), 231-263. <https://doi.org/10.3406/cea.1994.2049>
- Scoones, I. (2023). *Livestock, climate and the politics of resources: A primer*. Transnational Institute. <https://www.tni.org/en/publication/livestock-climate-and-the-politics-of-resources>
- Sow, A.-P., Ba, B., Ferrari, S., & Cesaro, J.-D. (2024). Influence du numérique sur la coordination entre acteurs dans les filières pastorales au Sénégal. *Économie rurale*, 388, 55-67. <https://doi.org/10.4000/11s0z>
- Steinke, J., Ortiz Crespo, B., Bunn, C., van Etten, J., Jimenez, D., Le, T. T., Manners, R., et al. (2024). Error 404, farmer not found: Why agricultural information services must consider how smallholders use their phones. <https://hdl.handle.net/10568/155122>
- Summers, K. H., Baird, T. D., Woodhouse, E., Christie, M. E., McCabe, J. T., Terta, F., & Peter, N. (2020). Mobile phones and women's empowerment in Maasai communities: How men shape women's social relations and access to phones. *Journal of Rural Studies*, 77, 126-137. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2020.04.013>
- Van Campenhoudt, L., Marquet, J., & Quivy, R. (2022). *Manuel de recherche en sciences sociales* (6^e éd.). Armand Colin.
- Van Dijk, J. (2019). *The digital divide*. John Wiley & Sons.
- Wane, A., Ancey, V., & Touré, I. (2010). Pastoralisme et recours aux marchés : Cas du Sahel sénégalais (Ferlo). *Cahiers Agricultures*, 19(1), 14-20.
- Wane, A., Cesaro, J.-D., Duteurtre, G., Touré, I., Ndiaye, A., Alary, V., Juanès, X., et al. (2020). *The economics of pastoralism in Argentina, Chad and Mongolia. Market participation and multiple livelihood strategies in a shock-prone environment*. Animal Production and Health Paper No. 182. FAO & CIRAD. <https://doi.org/10.4060/cb1271en>
- Wane, A., Touré, I., Mballo Aliou, D., Ndiaye, A., Souli, Z., Ramde, P., Ba Diao, M., & Yaro Botoni, E. (2024). Analyse des évolutions des revenus et des réactions des ménages agro-pastoraux sahéliens face aux chocs dans la zone d'intervention du PRAPS (14 p.). CIRAD-ILRI.
- Yu, L., & Farrell, K. N. (2016). The Chinese perspective on pastoral resource economics: A vision of the future in a context of socio-ecological vulnerability. *Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics)*, 35, 523-531. <https://doi.org/10.20506/rst.35.2.2539>

Résumé

Moniot M., Hostiou N., Ferrari S., Ndiaye M.L., Ba B., Cesaro J.-D. Coordination familiale et adaptation face aux crises : le nouveau rôle du numérique dans la résilience des systèmes d'élevage pastoraux au Sénégal

Contexte : Dans un contexte de multiplicité des crises qui fragilisent les systèmes d'élevage pastoraux sahéliens, les outils numériques sont de plus en plus considérés comme des moyens potentiels pour renforcer leur résilience. Leur rôle dans la gestion familiale des troupeaux en période de crise reste encore peu étudié. **Objectif :** Cette étude examine comment les outils numériques influencent la coordination familiale et les réponses des ménages face aux crises. **Méthodes :** L'étude combine des analyses quantitatives d'une base de données sur les équipements numériques de 1 260 chefs de ménage et autres membres de la famille, avec environ 50 entretiens qualitatifs explorant leur utilisation du téléphone portable au quotidien et en période de crise au Sénégal. **Résultats :** Les résultats révèlent un taux élevé de possession de téléphones chez les chefs de ménage, qui prennent généralement les décisions liées au troupeau. Une adoption croissante parmi les femmes et les fils qui exécutent la production est observée, en particulier dans les systèmes où l'accès au marché est conditionné par l'accès aux technologies numériques. Au quotidien, les téléphones facilitent la coordination entre les membres de la famille grâce au transfert d'informations et d'argent au sein d'un collectif de travail spatialement dispersé, où la prise de décision reste centralisée, même si des négociations intra-familiales peuvent avoir lieu. En période de crise, cette coordination soutient la mise en œuvre rapide de stratégies de réponse, notamment par la mobilisation des réseaux d'information ou l'accès aux marchés pour le déstockage des troupeaux. **Conclusions :** L'étude met en évidence le caractère collectif de l'élevage pastoral, dont la dynamique interne doit être prise en compte dans l'analyse de la résilience et des stratégies d'adaptation.

Mots-clés : pastoralisme, système d'information, technologies de l'information et de la communication, conduite d'élevage, Sénégal

Resumen

Moniot M., Hostiou N., Ferrari S., Ndiaye M. L., Ba B., Cesaro J.-D. Coordinación familiar y adaptación ante las crisis: el nuevo papel de la tecnología digital en la resiliencia de los sistemas ganaderos pastorales en el Senegal

Contexto: En un contexto con múltiples crisis que debilitan los sistemas de ganadería pastoral sahelianos, cada vez más se consideran las herramientas digitales como medios potenciales para reforzar la resiliencia. Su papel en la gestión familiar de los rebaños en período de crisis está todavía poco estudiado. **Objetivo:** Este estudio examina cómo las herramientas digitales influyen en la coordinación familiar y las respuestas de los hogares ante las crisis. **Métodos:** El estudio combina análisis cuantitativos de una base de datos sobre los equipamientos digitales de 1 260 cabezas de familia y otros miembros del hogar, con aproximadamente 50 entrevistas cualitativas que exploran su utilización cotidiana del teléfono móvil y en período de crisis en el Senegal. **Resultados:** Los resultados mostraron una elevada tasa de posesión de teléfonos en los cabezas de familia, que son quienes toman generalmente las decisiones relacionadas con el rebaño. Se observó también una adopción creciente entre las esposas y los hijos que se encargan de la producción, en particular en los sistemas donde el acceso al mercado está condicionado por el uso de tecnología digital. Cotidianamente, los teléfonos facilitan la coordinación entre los miembros de la familia gracias a la transferencia de información y de dinero en el seno de un colectivo de trabajadores espacialmente disperso donde la toma de decisiones continúa centralizada, aunque pueden tener lugar negociaciones intrafamiliares. En período de crisis, esta coordinación favorece la aplicación rápida de estrategias de respuesta, especialmente con la movilización de las redes de información o el acceso a los mercados para reducir la cabaña ganadera. **Conclusiones:** El estudio pone en evidencia el carácter colectivo de la ganadería pastoral, donde debe tenerse en cuenta la dinámica interna para el análisis de la resiliencia y de las estrategias de adaptación.

Palabras clave: pastoralismo, sistema de información, tecnologías para la información y la comunicación, manejo del ganado, Senegal

Pastoralisme et frugalité numérique : évaluation des usages chez les ménages pastoraux au Sénégal

Serena Ferrari ^{1,2*} Margot Moniot ^{1,2} Baba Ba ³
Amadou Asseloka ⁴ Mouhamadou Lamine Ndiaye ⁵
Nicolas Paget ^{6,7} Pascal Bonnet ^{2,8} Jean-Daniel Cesaro ^{2,8}

Mots-clés

Éleveur pastoral, fracture numérique, technologies de l'information et de la communication, service d'information, Sénégal

© S. Ferrari et al., 2024



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Submitted: 03 July 2023

Accepted: 06 March 2024

Online: 12 April 2024

DOI: 10.19182/remvt.37200

Résumé

Le développement des outils numériques chez les éleveurs pastoraux transhumants au Sud fait l'objet d'une attention croissante par les programmes de développement. La téléphonie et l'internet mobile auraient une capacité transformative pour les systèmes d'élevage pour améliorer la conduite du troupeau, la commercialisation des produits agricoles et l'accès aux services de base. Toutefois, l'accès au téléphone et à l'internet semble très variable et conditionne l'intérêt du numérique pour le pastoralisme. Il est donc essentiel de pouvoir mieux qualifier les pratiques numériques au sein des exploitations pastorales. Une enquête menée au Sénégal auprès de 316 exploitations et 1 260 individus révèle que l'utilisation du numérique est frugale, avec des usages mobiles peu connectés à internet et des terminaux souvent anciens. Les compétences et les pratiques se concentrent principalement sur les échanges verbaux. Les éleveurs reconnaissent l'intérêt des téléphones pour améliorer leurs connaissances sur la santé animale, les services de proximité et les techniques d'alimentation, en utilisant des langues locales. Cependant, il est essentiel de prendre en compte la frugalité des équipements et des connexions pour développer des solutions adaptées et favoriser une utilisation efficace et inclusive des outils numériques dans le secteur de l'élevage pastoral au Sud. L'étude encourage *in fine* à mener une réflexion de fond sur ce que l'inclusion numérique peut représenter et sur ses impacts.

■ Comment citer cet article : Ferrari S., Moniot M., Ba B., Asseloka A., Ndiaye M.L., Paget N., Bonnet P., Cesaro J.D., 2024. Pastoralisme et frugalité numérique : évaluation des usages chez les ménages pastoraux au Sénégal. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 77: 37200, doi: 10.19182/remvt.37200

■ INTRODUCTION

Le développement des outils numériques dans les systèmes d'élevage au Sud se concrétise souvent par une utilisation accrue du téléphone mobile dans la conduite du troupeau (Parlasca, 2021). Les éleveurs pastoraux transhumants ont notamment adopté la téléphonie mobile

comme nouvel outil de travail leur permettant de nouveaux usages dans l'alimentation (Asaka et Smucker, 2016), la santé animale (Abakar, 2016), la mobilité (Butt, 2015) et la commercialisation des animaux (Debsu et al., 2016). Les États développent des stratégies numériques pour l'agriculture accompagnée par des programmes de développement et des institutions internationales (Huet, 2021). Au Sahel, certaines organisations de producteurs organisent des "hackathons pastoraux", où sont testées des idées d'applications dédiées aux éleveurs. Des ONG investissent avec des opérateurs téléphoniques sur des services informationnels pour les pasteurs sahéliens (Barthelon et Masson, 2020).

Malgré l'intérêt croissant pour ces technologies, la révolution des smartphones et de l'internet mobile au sein des communautés pastorales demeure limitée (Parlasca, 2021). Les coûts de connexion et les prix des équipements restent relativement élevés. Ces freins dans l'adoption du numérique en milieu agricole sont exprimés par la littérature via la notion de "fracture numérique" (Van Dijk, 2019).

1. CIRAD, UMR SELMET, Saint-Louis, Sénégal.

2. SELMET, Univ Montpellier, CIRAD, INRAE, Institut Agro, Montpellier, France

3. ILRI, Dakar, Sénégal.

4. CEDEAO, Niamey, Niger.

5. ISRA-CRA, Saint-Louis, Sénégal.

6. CIRAD, UMR INNOVATION, Cotonou, Bénin.

7. INNOVATION, Univ Montpellier, CIRAD, INRAE, Institut Agro, Montpellier, France.

8. CIRAD, UMR SELMET, F-34398 Montpellier, France.

* Auteur pour la correspondance

Tél : +221 784869909 ; Email : serena.ferrari@cirad.fr

Définie par les accès physiques, les pratiques, les compétences et les motivations des individus, la fracture numérique peut affecter des individus ou des groupes d'individus. Au sein de la communauté pastorale sahélienne, elle n'a jamais été étudiée à travers une enquête compréhensive à grande échelle (Parlasca, 2021). Cet article entend montrer qu'une fracture numérique en milieu pastoral au Sénégal existe et qu'elle se traduit par une utilisation "frugale" des outils technologiques.

■ ETAT DE L'ART

Dans cette section, nous présentons quelques éléments de la littérature sur la fracture numérique dans les pays du Sud et, plus précisément, en milieu pastoral.

La fracture numérique au Sud

La notion de fracture numérique se réfère à un ensemble très hétérogène de situations, tout en mettant en lumière des différences plus ou moins marquées quant à l'utilisation des technologies d'information et de communication (TIC) (Van Dijk, 2019). Cette notion est venue de la recherche anglo-saxonne à la fin des années 1990, lorsque la fracture entre les utilisateurs d'internet et les non-connectés était encore plus marquée. Datée par son apparition aux premiers âges d'internet dans les pays riches, l'expression s'est étendue plus généralement aux inégalités dans l'accès aux TIC entre groupes sociaux au sein d'une même société.

Dans les pays en développement, d'après la littérature, la réduction de la fracture numérique aurait des implications économiques et sociales majeures. Elle permettrait à de nombreuses personnes d'avoir accès aux TIC pour accéder à leurs droits civiques et s'épanouir culturellement, socialement et économiquement (Bonjawo, 2011). La réduction de la fracture numérique en agriculture serait même un accélérateur de croissance voire une solution salvatrice (Huet, 2021). Cela dans un contexte africain où moins de 25 % de la population a accès à internet, contre plus de 90 % dans les pays de l'OCDE (GSMA, 2019).

Le numérique chez les pasteurs dans les pays du Sud

Les téléphones mobiles jouent un rôle de plus en plus important dans l'élevage des communautés pastorales. Ils facilitent les transferts financiers liés à l'achat et à la vente de bétail (Kikulwe et al., 2014), ainsi que le partage d'informations sur les pâturages (Asaka et Smucker, 2016 ; Butt, 2015). Les éleveurs nomades utilisent également les téléphones mobiles pour communiquer avec des contacts éloignés afin d'obtenir des informations sur les conditions météorologiques et les pâturages (Rasmusen et al., 2015). Cependant, certaines études suggèrent que l'impact des technologies mobiles peut être limité, car elles ne transforment pas fondamentalement les pratiques pastorales existantes (Asaka et Smucker, 2016 ; Butt, 2015 ; Djohy et al., 2017), se limitant à soutenir les relations sociales dans lesquelles elles sont enracinées (Scoones, 2023). Cela serait dû à la nature "concrète" des systèmes pastoraux. En effet, la conduite des systèmes d'élevage est conditionnée par des phénomènes physiques et des règles d'accès aux ressources indépendantes de l'accès à l'information. De plus, les éleveurs sont équipés principalement avec des téléphones mobiles de type GSM (*Global System for Mobile Communications* : standard numérique de seconde génération [2G] pour la téléphonie mobile ; dans cet article, par cet acronyme nous faisons référence aux téléphones avec touches qui ne permettent que d'appeler, écrire des messages et exécuter d'autres fonctions basiques), ce qui réduit l'accès à de nombreuses informations et à certains services rendus possibles par les smartphones (Parlasca, 2021).

L'accès au numérique est évidemment étroitement lié à l'accès à l'électricité. Comme le montrent Salat et al. (2021) au Sénégal, parmi les campements d'éleveurs qui sont équipés de panneaux solaires, la majorité est dotée de petits panneaux de 1 à 3 watts. Ces panneaux peuvent charger un GSM en moins d'une demi-journée ou un smartphone en plus d'une journée et demie. En général, l'accès à l'électricité est médiocre, comme en témoigne le fait que la majorité des éleveurs déclarent charger leurs téléphones lors des marchés hebdomadaires (*louma*) (Ninot et al., 2020).

■ MATERIELS ET METHODES

Ci-dessous, le cadre théorique de l'étude est présenté, ainsi que son terrain et l'échantillon auprès duquel les données ont été collectées.

Les innovations frugales ou l'utilisation frugale des innovations

Pour caractériser la fracture numérique, Jan van Dijk (2019) a proposé un cadre d'analyse au niveau individuel de l'accès au numérique en quatre dimensions : les accès physiques (équipements et infrastructures), les compétences (alphabétisation, études, langues informatiques), les pratiques et les motivations. Ces quatre dimensions s'influencent mutuellement pour libérer les potentiels ou au contraire augmenter les inégalités. Reconnaisant que cette fracture entre régions du monde et entre secteurs économiques n'est pas un état "noir ou blanc" et que tout contexte présente ses spécificités au regard du numérique, nous sommes partis du constat que, en milieu pastoral sénégalais, une certaine "frugalité" caractérise l'adoption des innovations numériques.

Depuis quelques années, la littérature scientifique s'intéresse à la façon dont les organisations et les individus peuvent opter pour une consommation frugale, surtout en vue de réduire l'empreinte environnementale. La frugalité est définie comme l'utilisation raisonnable des ressources et la prévention du gaspillage (De Young, 1985). Dans ce sens, la frugalité numérique consisterait à ne pas multiplier les appareils numériques possédés ayant les mêmes fonctions (Guillard, 2021). Des études ont été consacrées aux innovations frugales, spécialement dans les pays du Sud, où les environnements sociaux et économiques sont soumis à de plus fortes contraintes en termes de ressources par rapport aux pays du Nord (Santos et al., 2020 ; Pansera, 2018). Ces innovations, connues aussi par le terme *jugaad*, auraient été développées dans un premier temps en Inde, étant issues d'une démarche d'ingéniosité frugale, s'agissant de réparations ingénieuses, d'un simple bricolage ou du détournement d'un usage (Gremillet, 2023). Ces pratiques, qui apparaissent donc dans les pays du Sud, ont été transposées dans les pays du Nord, où elles relèvent plutôt d'un choix et de la volonté d'agir autrement pour le respect de l'environnement (Bordage, 2021).

Cette littérature, qui naît dans le courant de la gestion d'entreprise et du management, revendique également des atouts dans les théories du développement (Leliveld et Knorringa, 2018 ; Vossenberg, 2018). Les innovations frugales feraient référence à des produits, services, systèmes et modèles de business réélaborés de façon à ce qu'ils soient moins complexes, plus fonctionnels et plus abordables pour des consommateurs à bas revenu (Leliveld et Knorringa, 2018). Jusque-là, ce courant de la littérature s'est intéressé à l'offre d'innovations, c'est-à-dire leur conception, développement et diffusion/commercialisation (Bakici et al., 2023), alors qu'aucun travail n'a été mené sur la demande et plus exactement sur les utilisateurs finaux (consommateurs).

Cet article entend apporter un nouvel angle d'analyse à cette littérature, étant consacré à leur adoption, c'est-à-dire à la façon dont les

utilisateurs s'approprient des innovations (qu'elles soient frugales ou pas) et en font une utilisation frugale. Nous faisons en effet l'hypothèse que les éleveurs du Sénégal font une utilisation frugale des innovations numériques. Cette hypothèse est développée en s'appuyant sur trois composantes techniques du numérique : i) le téléphone ; ii) les infrastructures collectives (électricité et réseau) ; et iii) la connexion internet.

Terrain d'étude : la zone agro-sylvo-pastorale du Sénégal

Les données sur lesquelles cet article est bâti proviennent d'une enquête quantitative menée dans la zone agro-sylvo-pastorale du Sénégal, dans le cadre du projet Fracture Numérique (2021-2023) financé par le Ministère de l'Europe et des Affaires Étrangères français et mis en œuvre par le CIRAD. Cette enquête a été conduite sur près de 316 exploitations pastorales et 1 260 individus, visant à caractériser leur accès aux outils numériques, leurs pratiques et compétences développées et leur motivation à utiliser le numérique dans leur activité professionnelle. Elle s'est déroulée en novembre 2022, grâce à une collaboration entre le CIRAD, l'Institut Sénégalais de Recherche Agricole (ISRA) et la Plateforme Innovations Lait (PIL) de Dagana.

La zone d'enquête a été définie sur la base de la diversité des écosystèmes qu'elle permet de prendre en compte, ainsi que de l'hétérogénéité dans la couverture de réseau, le continuum ville-campagne et les systèmes agro-pastoraux. En effet, l'enquête s'est déroulée dans une vaste zone géographique où se côtoient différents systèmes agricoles et d'élevages, allant de la vallée du fleuve Sénégal à la région sylvo-pastorale du Ferlo (figure 1). Dans cette zone, une laiterie, appelée Laiterie du Berger, a développé un réseau de collecte de lait auprès d'éleveurs extensifs péri-urbains. Elle a également développé, depuis les années 2020, des outils numériques pour améliorer l'efficacité de la gestion des flux (collecte, services, paiements) (Cesaro et Sow, 2021 ; Bonnet et al., 2022). L'entreprise demande aux éleveuses et éleveurs collectés de fournir un numéro de téléphone, ce qui les pousse à s'équiper en outils numériques.

Un échantillon vaste et hétérogène

Un plan d'échantillonnage a été développé pour couvrir la diversité d'exploitations pastorales (taille des ménages, taille des troupeaux, pratiques agricoles), la diversité des régions agro-écologiques (Walo,

Diéri, réserve sylvo-pastorale) et les différentes catégories de genre et d'âge tenant compte de la spécificité de l'organisation socio-économique des exploitations pastorales (Wane et al., 2010 ; Mballo et al., 2016). Chacune des dimensions de l'échantillonnage est liée à une hypothèse : (i) les grandes exploitations pastorales avec une concentration de capital ont des besoins en connexion plus importants (Asaka et Smucker, 2016 ; Butt, 2015 ; Djohy et al., 2017) ; (ii) les exploitations proches des zones agricoles et des villes sont mieux connectées et ont un accès aux infrastructures facilité (réseaux de téléphonie, électricité et services marchands) (Salat et al., 2021) ; (iii) le genre et l'âge sont des facteurs déterminants dans la pratique du numérique (Wyche et Olson, 2018).

L'échantillonnage de l'enquête s'est basé sur un recensement de 1 856 concessions réalisé à travers quatre projets, permettant de couvrir une vaste zone géographique où se côtoient différents systèmes d'élevage pastoral. 318 concessions à enquêter ont finalement été choisies. Dans chacune, quatre personnes ont été sélectionnées et interviewées (pour un total de 1 260 individus), dont deux femmes (une mariée et une non mariée) et deux hommes (un marié et un non marié). La prise en compte du genre et du statut matrimonial des interviewés visait à mettre en lumière la fracture potentiellement existante entre hommes et femmes, ainsi qu'entre jeunes et moins jeunes.

Le questionnaire a été construit en s'appuyant sur le cadre théorique de Van Dijk (2019), c'est-à-dire sur la base des quatre marches de la fracture numérique. Cela nous a fourni non pas un cadre analytique, mais plutôt un cadre descriptif pour le tri et l'organisation des informations.

Pour compléter l'enquête quantitative, trois *focus groups* d'interprétation des résultats ont été menés, afin de restituer les résultats et aborder certains sujets spécifiques, comme l'accès des femmes au téléphone et l'intérêt du téléphone dans les campements transhumants. Ces données qualitatives ont été utilisées pour apporter des éléments d'explication à des informations quantitatives qui pouvaient paraître anti-intuitives ou bien méritaient un approfondissement. Les trois *focus groups* ont rassemblé respectivement des représentants des acteurs de la filière lait (département de Dagana), des femmes d'une zone périurbaine (Niary), et le dernier, des femmes et des hommes d'une zone particulièrement enclavée (Tessékéré). Ils ont été conduits en s'appuyant sur une présentation simple et intelligible des résultats de l'enquête quantitative, et ont permis de recueillir les réactions et explications des participants.

■ RESULTATS

L'enquête a permis de montrer que, sur les 1 260 individus, 97,9 % de l'échantillon pratiquent une activité d'élevage, 43,8 % ont également une activité agricole et 20,3 % s'impliquent dans une activité commerciale, majoritairement dans le commerce de bétail. 8,8 % exercent une activité de cueillette. Ces résultats caractérisent le caractère plus pastoral qu'agro-pastoral des systèmes de production, comme la littérature l'avait déjà montré (Wane et al., 2010). Bien que l'activité pastorale soit majoritaire sur toute la zone d'enquête, des disparités locales existent entre les exploitations du Walo et celles du Diéri. Ainsi, 72 % des individus enquêtés dans la zone du Walo disent pratiquer une activité agricole en plus de l'activité d'élevage, tandis qu'il s'agit de seulement 22 % dans la zone du Diéri.

Les concessions peuvent se distinguer par la taille de leur troupeau. Pour l'activité d'élevage, on retrouve une majorité d'éleveurs moyens (40 % de l'échantillon) possédant entre 2 et 50 têtes de bovins. Les petits éleveurs (moins de 20), moyen ou gros éleveurs (entre 50 et 100), très gros éleveurs (plus de 100) représentent chacun respectivement 18,81 %, 56,5 % et 18,89 % de l'échantillon. La taille moyenne du

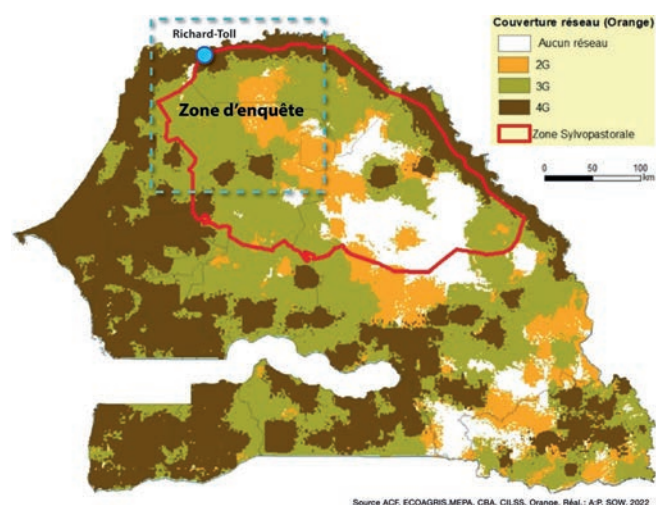


Figure 1 : Localisation de la zone d'enquête et la diversité de la couverture du réseau au Sénégal – source : Orange Sénégal (2022) <https://orange.sn> /// Location of survey area and diversity of network coverage in Senegal

cheptel par concession est de 62,2 bovins ($\sigma = 46$), 79,4 ovins ($\sigma = 76,7$), 44,8 caprins ($\sigma = 40,2$), 2,5 ânes ($\sigma = 2,2$) et 9,4 chevaux ($\sigma = 44,8$).

Le système d'alimentation des animaux repose sur les pâturages naturels. Les résidus agricoles (paille de riz, paille de canne, son de riz, tourteaux d'arachide, tourteaux de coton, sous-produits maraîchers) et autres compléments (concentrés, mélasse, etc.) concernent également 84 % des éleveurs. 43 % des concessions et 39,2 % des individus enquêtés dans cette zone sont collectés par la Laiterie du Berger et ont donc accès un marché du lait formel, ce qui est cohérent avec Gaye et al. (2021). Dans cette région, la production laitière moyenne par concession est de 26,5 litres par jour ($\sigma = 16,8$) en hivernage et 16,8 litres par jour ($\sigma = 7,5$) en saison sèche. Le lait est collecté matin et soir. Le prix du lait payé par la laiterie est fixé à 320 Fcfa (50 centimes d'euro).

Comme précisé plus haut, nous appréhendons ici l'accès au numérique par trois composantes : l'équipement (téléphone mobile, smartphone, ordinateur, etc.), l'infrastructure (téléphonique, internet et électricité) et la connexion. Dans la suite de cette section, nous développons ces trois composantes et mettons en avant les exigences qui poussent les éleveurs à utiliser le numérique, pour démontrer in fine que cette utilisation est bien frugale. Cela nous permet aussi de montrer que, tels que théorisé par le cadre de Van Dijk (2019), les relations entre différentes dimensions de l'accès au numérique (accès physique, compétences, pratiques et motivations) ne sont pas linéaires mais plutôt complexes, s'influençant les unes avec les autres.

Un équipement basique (GSM) pour des pratiques basiques (appels) en fonction des possibilités d'accès et des compétences

Les données collectées montrent que 73 % des individus enquêtés sont équipés d'un téléphone. 18 % sont munis d'un smartphone (dont les prix sont compris entre 30 000 et 60 000 Fcfa) et 55 % d'un GSM (entre 10 000 et 15 000 Fcfa) ou GSM multimédia (entre 20 000 et 35 000 Fcfa). Le taux d'adoption de smartphones est deux fois inférieur à la moyenne nationale estimée à 36 % (GSMA, 2019). Il existe des disparités importantes en fonction du genre, de l'âge, du niveau d'alphabétisation et de la scolarité, de l'intensité et la diversité des activités économiques ou encore de la zone géographique.

Les femmes et les jeunes ont globalement moins accès au téléphone, comme précédemment démontré par la littérature (Vossenbergh, 2018 ; Parlasca, 2021) : 88 % des hommes détiennent un téléphone contre seulement 58 % des femmes. 60 % des moins de 18 ans ne possèdent pas de téléphone contre à peine 27 % des plus de 18 ans. La catégorie des femmes jeunes mariées est la plus déconnectée, selon les *focus groups*, pour des raisons de jalousie conjugale. En effet, l'enquête fait ressortir que 16 % des femmes n'ayant pas de téléphone déclarent que leur mari le leur interdit – 67 % parmi elles ont moins de 27 ans.

Il ressort de l'enquête que l'intensité de l'activité d'élevage et du commerce du bétail joue un rôle positif dans l'accès au téléphone. Il existe une relation entre la taille du troupeau par personne et la probabilité qu'un individu a à être équipé d'un téléphone. En effet, 81 % des très gros éleveurs (plus de 100 têtes de bovins) sont équipés de téléphone, contre 65 % et 73 % pour respectivement les petits (moins de 20 têtes) et moyens ou gros éleveurs (entre 20 et 50 têtes). Il est ressorti des *focus groups* que les grands éleveurs équipent les jeunes hommes et femmes pour augmenter la sécurité et le contrôle des tâches au cours de la transhumance, la conduite journalière des troupeaux et la recherche de l'eau, ce qui est confirmé par la littérature (Asaka et Smucker, 2016).

La vente de lait a une influence sur l'accès au téléphone des éleveuses et des éleveurs. 67 % des femmes approvisionnant la Laiterie du Berger ont un téléphone, contre 55 % chez les femmes non collectées. De même 94 % des hommes collectés ont un téléphone contre 85 % chez les non collectés. À travers le téléphone, la Laiterie du Berger fait

la promotion d'une individualisation du paiement et incite les jeunes femmes à se former au numérique dans leur centre d'incubation en élevage laitier (Cesaro et Sow, 2021).

Des infrastructures électriques et des réseaux téléphoniques fort variables, ayant un impact sur les compétences, les pratiques et les motivations des individus

Concernant le réseau téléphonique, l'ensemble des concessions enquêtées bénéficient du réseau téléphonique d'au moins un opérateur (Orange). Il existe d'autres opérateurs dans la zone (proMobile, Free et Expresso). Cette répartition est conforme à la cartographie du réseau téléphone 2G/3G/4G (figure 1). La qualité du réseau est jugée globalement bonne (note de 9/10), même si des variations spatiales sont à contraster. Les zones pastorales sont globalement couvertes par du signal 2G+ et 3G. Toutefois, dans la zone sylvo-pastorale, plus éloignée des centres urbains, la qualité du réseau obtient une note de 5/10. De même, l'accès à internet chute drastiquement, avec moins de 41 % des concessions couvertes. En moyenne, sur l'ensemble de la zone, 71 % des concessions déclarent pouvoir se connecter à internet. Lorsque la connexion n'est pas disponible, les utilisateurs sont obligés de se déplacer sur des distances plus ou moins longues, ce qui peut avoir un impact sur leur motivation à y accéder.

Pour l'électricité, l'accès à un réseau électrique est minoritaire, ce qui est attesté par Trompette et al. (2022). Seulement 26 % des concessions enquêtées sont rattachées au réseau électrique national. Ce sont majoritairement des campements situés le long des routes et à proximité des villages du delta du fleuve Sénégal, de la vallée du fleuve et du Lac de Guiers. 56 % des concessions déclarent avoir un accès à l'électricité grâce à des panneaux solaires et 11 % via des groupes électrogènes. Les panneaux solaires consistent souvent dans des appareils de petites dimensions et de matériaux médiocres, que les individus branchent à leur téléphone de manière artisanale en connectant les fils électriques, faisant preuve de capacités de bricolage numérique. Seulement 8 % des concessions n'ont aucun accès à l'électricité. Dans ce dernier cas, les personnes souhaitant charger les téléphones attendent le jour du marché hebdomadaire le plus proche, où des commerçants proposent un service de charge des appareils. Ici aussi le bricolage de ces acteurs (mise en place d'un étal pourvu d'un système de branchement multiple grâce à des panneaux solaires) permet de dépasser les contraintes venant d'infrastructures défaillantes. Dans un tel contexte, les compétences numériques, ainsi que les pratiques et les motivations des individus à avoir accès aux différents outils, ne peuvent évoluer que très lentement.

Les dépenses en connexion et appel : de petits investissements qui montrent des motivations d'usage limitées

La majorité des personnes enquêtées possédant un smartphone se connecte quotidiennement à internet. Parmi les applications utilisées, ces personnes déclarent toutes être connectées à WhatsApp et Facebook et utiliser Orange Money. Certains jeunes éleveurs ont souhaité mentionner leur utilisation de TikTok et Wave, un service de *mobile money* à faible coût. Une seule personne a indiqué se connecter sur le site du SIM-Bétail Sénégal, cela étant significatif du fait que les systèmes d'information dédiés spécifiquement à l'élevage sont très utilisés.

Les dépenses mensuelles moyennes des individus en connexion internet sont de 2 783 Fcfa (4,5 euros) correspondant à 2,5 Go par mois. La moitié des personnes achètent pour 1 260 Fcfa (2 euros), soit moins d'un Go par mois. Pour les crédits téléphoniques, les montants sont sensiblement les mêmes, avec l'achat de forfaits quotidiens, hebdomadaires et mensuels. Les éleveurs peuvent acheter des forfaits de

500 Fcfa et avoir des appels gratuits pendant 24 heures. La majorité investit lors des promotions hebdomadaires, notamment de 800 %. Les investissements sont donc sensiblement les mêmes mais les pratiques associées diffèrent.

Des exigences motivant l'utilisation du numérique non spécifiques à l'élevage, dû en partie à des outils basiques

Presque tous les individus enquêtés en possession d'un téléphone déclarent l'utiliser pour passer des appels, contre seulement 24 % de ces mêmes individus utilisent leur téléphone pour envoyer des SMS (tableau I). En plus d'appeler, les personnes en possession d'un téléphone multimédia ou d'un GSM l'utilisent principalement pour écouter de la musique et la radio. Par exemple, 81 % des personnes en possession d'un téléphone multimédia écoutent la radio. L'influence de la radio dans la circulation de l'information a été décrite dans la littérature (PPZS, 2005 ; Ninot, 2008). L'utilisation de *mobile money* est assez répandue, comme déjà montré par la littérature (Kikulwe et al., 2014) : 47 % de la population en possession d'un téléphone utilise au moins un service de *mobile money*. Cette utilisation est plus largement répandue (82 %) chez les individus en possession d'un smartphone. Au total, sur l'ensemble de la population enquêtée, seulement 34 % utilisent des services de *mobile money*. Enfin, l'utilisation d'internet et de WhatsApp est assez peu répandue dans la zone d'enquête (19 % des individus) et concerne surtout les personnes en possession d'un smartphone (91 %).

Sur l'ensemble des enquêtés détenant un téléphone, 60 % des personnes considèrent que le téléphone a une influence positive sur leur activité d'élevage. Moins de 6 % des personnes pensent que le téléphone a une influence négative. Sur les 584 réponses positives, 572 enquêtés précisent l'intérêt du téléphone en élevage. Pour 45 % des répondants, le téléphone permet d'améliorer leur accès au marché d'élevage, de transférer de l'argent et ainsi de gagner du temps (figure 2). Ils peuvent contacter des intermédiaires (appelés téfankés ou dioula), s'informer sur les prix, réaliser des ventes à distance. Cela va de pair avec l'utilisation du *mobile money* qui est souvent associée à l'accès au marché (Kikulwe et al., 2014). Le transfert d'argent permet également un gain de temps pour éviter les transports inutiles ou des coûts de transaction élevés. 25 % des enquêtés évoquent l'intérêt du téléphone pour se renseigner sur la disponibilité d'intrants alimentaires du bétail (6 %), races animales particulières (1 %), produits vétérinaires (6 %), semences agricoles et engrais (6 %) ou pour chercher des informations sur ces intrants (5 %). Enfin, un dernier groupe de personnes (30 %) insiste sur les informations sur l'environnement proche : retrouver des animaux perdus, limiter le vol de bétail (5 %), accéder au marché du

lait (5 %), trouver du travail (4 %), s'informer sur l'état des pâturages (3 %), les réseaux familiaux (4 %) notamment au cours de la transhumance et la prévention des feux de brousse (1 %).

Toutefois, l'utilisation de la téléphonie pour des usages informatifs spécifiques à l'élevage est plus limitée, ce qui avait déjà été mis en évidence par la littérature (De Bruijn et al., 2016). Seulement, 22 % des personnes ayant un téléphone répondent utiliser leur téléphone pour rechercher des informations concernant leur activité. La possession d'un smartphone semble stimuler l'usage de l'outil pour la recherche d'information. En effet, 2/3 des enquêtés possédant un smartphone déclarent s'informer sur les activités d'élevage contre moins de 20 % pour ceux avec GSM. Cela doit être dû à la facilité de lecture sur un smartphone, ainsi qu'à la possibilité de visualiser et envoyer des photographies. Les thèmes d'intérêt sont divers, mais les propriétaires de smartphone semblent s'intéresser quasi exclusivement aux questions de santé animale (figure 3).

Concernant les motivations, 83 % des enquêtés déclarent vouloir améliorer leurs connaissances et compétences dans l'utilisation des outils numériques (smartphones, tablettes et ordinateurs). Parmi les motivations, la principale est d'accéder à de nouveaux outils sans savoir ce qu'il est possible d'en faire concrètement – 26 % des enquêtés répondent être intéressés par ces outils de manière générale (tableau II). La deuxième motivation est l'accès à de l'information et à de l'instruction. Certains font explicitement référence à des connaissances linguistiques, théologiques et culturelles, telles que la lecture du Coran. Enfin, les individus déjà équipés d'un téléphone

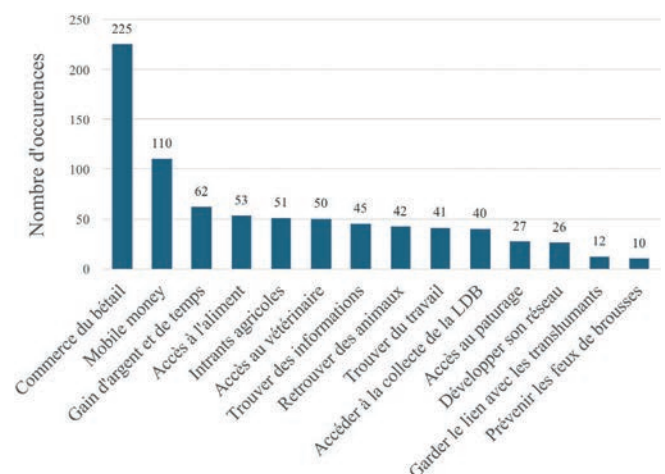


Figure 2 : Pourquoi le téléphone améliore votre activité d'élevage ?
/// Why does the telephone improve your breeding business?

Tableau I : Répartition des enquêtés en fonction de leur équipement et des pratiques numériques associées /// Distribution of respondents according to equipment and associated digital practices

	GSM	Smartphone	Téléphone multimédia	Total
Part de la population enquêtée ayant un :				
L'utilisant pour :				
Appeler	46 %	18 %	9 %	73 %
Écouter de la musique	18 %	16 %	8 %	43 %
Écouter la radio	18 %	11 %	7 %	37 %
Utiliser mobile money	17 %	15 %	2 %	34 %
Regarder des vidéos	8 %	14 %	1 %	23 %
Utiliser internet/ WhatsApp	2 %	17 %	0 %	19 %
Envoyer des SMS	8 %	9 %	0 %	17 %

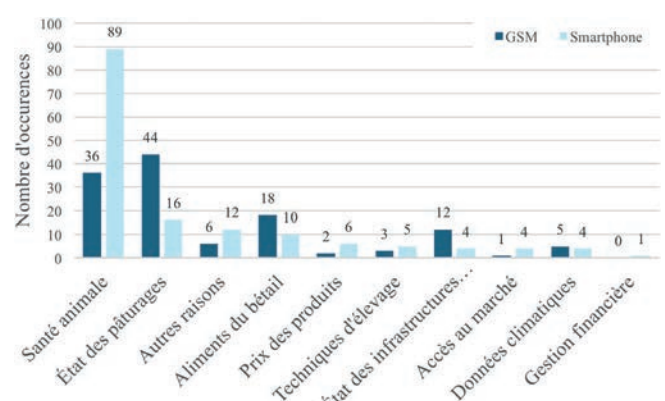


Figure 3 : Quelles informations recherchez-vous avec votre téléphone ?
/// What information are you looking for on your phone?

Tableau II : Quels seraient l'intérêt d'améliorer vos connaissances et compétences dans l'utilisation des outils numériques ? /// How would you improve your knowledge and skills in the use of digital tools?

	Équipement numérique de l'enquête				Total
	GSM	Smart.*	GMS+	Rien	
Part de la population enquêtée	46 %	18 %	9 %	27 %	100 %
Utiliser les outils de manière générique	12 %	5 %	1 %	8 %	26 %
S'informer/s'instruire/se former	10 %	5 %	1 %	3 %	19 %
Intégrer un réseau social	6 %	1 %	4 %	6 %	17 %
Développement professionnel dans le secteur agricole	10 %	5 %	0 %	2 %	16 %
Faire partie de la norme	4 %	2 %	1 %	2 %	9 %
Augmenter ses connaissances linguistiques, théologiques et culturelles	1 %	1 %	0 %	1 %	2 %
Se divertir	0 %	0 %	0 %	1 %	2 %

* : smartphone ; ** : téléphone multimédia

multimédia ou d'un GSM seraient intéressés par des outils numériques plus avancés surtout pour intégrer un réseau social numérique (Facebook, TikTok, WhatsApp), mais aussi pour développer leur activité agricole. En effet, le smartphone serait perçu comme un outil de professionnalisation dans le domaine de l'agriculture et de l'élevage.

Conformément aux pratiques déjà répandues (figure 3), les éleveurs souhaiteraient améliorer leur accès au numérique pour pouvoir accéder à des informations concernant la santé animale (détection des maladies, connaissances de médicaments, contact rapide avec le vétérinaire) et les services de proximité (administratif, économique, sociaux, culturels). Un second niveau d'informations souhaité concerne l'alimentation animale et la mise en relation avec des clients ou des fournisseurs (comme déjà expliqué par Ninot, 2010). Les connaissances en alimentation animale comprennent les besoins sur l'utilisation des résidus et les compléments disponibles sur le marché. Certains éleveurs souhaitent aussi pouvoir diversifier les intermédiaires. Enfin, les informations en langue locale, les prévisions climatiques et les informations de prix de marché apparaissent en dernière position, du fait de la connaissance endogène locale (figure 4).

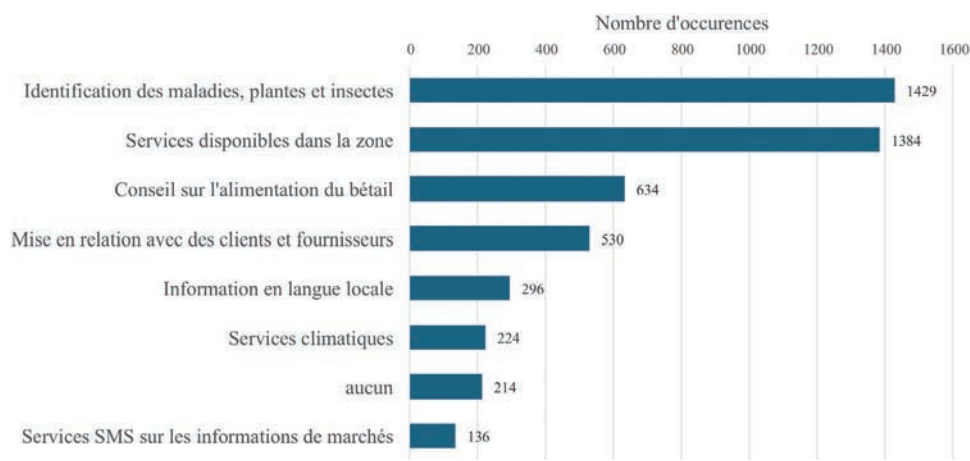


Figure 4 : Quels sont les services numériques susceptibles de vous intéresser pour vos activités d'élevage ? /// What digital services might interest you for your livestock farming activities?

■ DISCUSSION

Le développement numérique dans le domaine de l'élevage pastoral est devenu émergent, avec le développement d'applications en plein essor (MCTEN, 2018 ; Barthelon et Masson, 2020). Cependant, il est essentiel de se poser la question de l'adéquation entre les services numériques proposés et les capacités/motivations d'accès des éleveurs.

Les résultats de l'étude montrent que le numérique est largement répandu en milieu pastoral au Sénégal, mais que son utilisation peut être définie comme frugale, dans le sens où : (a) les outils exploités sont peu avancés et consistent majoritairement en téléphones GSM ; (b) ces téléphones sont utilisés surtout pour leurs fonctions basiques, c'est-à-dire les appels. Une exception à cela est représentée par la prédominance des services de *mobile money*, qui incarne une vraie révolution dans des contextes vastes et sous-peuplés, où les coûts de transaction peuvent être très élevés ; (c) les réseaux numériques n'ajoutent pas une couche supplémentaire aux réseaux préexistants (comme cela pourrait être en milieu urbain, où des réseaux virtuels de personnes sans fondement physique), se limitant à soutenir des réseaux relationnels (physiques) dans lesquels ils sont enracinés (voir aussi Scoones, 2023), et (d) les appels jouent un rôle fondamental dans la gestion du troupeau, notamment pendant la transhumance. Ils permettent d'intensifier et centraliser davantage le contrôle que le chef de ménage a sur le troupeau, ainsi que d'élargir son champ géographique de maîtrise.

Les réponses montrent donc que les avantages offerts par le numérique aux éleveurs sont liés au marché à bétail et à ses flux économiques, à l'accès facilité aux intrants et aux services associés, et à la circulation d'informations sur l'environnement social et les ressources locales. Certains usages sont très répandus (vente du bétail, *mobile money*) alors que d'autres semblent propres à certaines catégories d'acteurs en fonction de leur spécialité économique (lait, agriculture, transhumance, métayage, commerce) ou à leur position sociale (prévention des feux de brousse, contact avec les Eaux & Forêts, accès aux programmes d'État) (Parlasca, 2021).

Le concept de frugalité numérique semblerait s'adapter à notre cas d'étude, puisque i) les appareils numériques sont peu nombreux et partagés par plusieurs membres d'une même famille (voire de plusieurs familles), ii) le bricolage permet de remédier à des infrastructures collectives défaillantes et iii) la connexion internet est consommée de manière parcimonieuse. Néanmoins, il est évident que ces démarches frugales ne relèvent pas d'un choix conscient, comme le prône le mouvement pour la frugalité numérique ; elles sont plutôt le résultat d'un manque de ressources. D'ailleurs, si la frugalité numérique se définit comme l'utilisation raisonnable des ressources et la prévention du gaspillage (De Young, 1985), elle ne trouve pas de correspondance dans l'utilisation des outils numériques en milieu pastoral au Sénégal (et plus généralement dans les pays du Sud), où les matériaux sont

généralement de basse qualité et les dispositifs électroniques ont de ce fait un cycle de vie très court.

À travers cette enquête, il est difficile de mesurer l'effet du numérique sur les pratiques pastorales, bien que des différences significatives selon la taille de l'exploitation ou son orientation marchande, notamment laitière, aient été révélées. Il serait nécessaire de conduire une évaluation plus fine de l'influence ou non du numérique sur les pratiques d'élevage. La littérature semble indiquer que le rôle du numérique est relativement limité (Asaka et Smucker, 2016 ; Butt, 2015 ; Djohy et al., 2017). Toutefois, les données recueillies (surtout les données qualitatives complémentaires collectées lors des *focus groups*) semblent indiquer le contraire. Le téléphone intègre le cadre de vie et permet – même si parfois seulement potentiellement – de nouvelles pratiques, comme les ventes à distances, la sécurisation des enfants lors de la transhumance, la facilitation de la circulation de l'argent notamment en période de chocs, ou encore l'amélioration de l'alimentation et de la santé animales. Il serait donc intéressant de regarder l'influence d'une nouvelle forme de circulation de l'information et des connaissances sur l'organisation socio-technique et socio-économique des exploitations, c'est-à-dire comment mieux caractériser le lien entre numérique, zootechnie et conditions de vie des éleveurs. Il apparaît en effet que, si le numérique n'a pas un grand impact sur les performances économiques des exploitations, il contribue de manière significative à la réduction de la pénibilité des tâches liées à l'activité agricole et à l'amélioration des conditions de travail. Cela n'est pas anodin car il y a des répercussions positives sur l'attractivité du métier pour les jeunes. L'économie numérique en zone pastorale inclut aussi de nouveaux métiers dans les services comme la réparation du téléphone (Vidal-Gonzalez et Nahhas, 2018).

En résumé, le numérique aurait donc des répercussions positives au niveau micro des pratiques des individus, puisqu'il allège les corvées liées à l'activité agricole (surtout grâce aux échanges téléphoniques et à l'utilisation de *mobile money*) et l'apparition de nouveaux métiers, mais aussi au niveau méso du secteur d'élevage, car il permet une meilleure coordination des acteurs quant à la disponibilité et l'accès aux ressources (pâturages, aliment de bétail, etc.) et de ce fait une réduction des inefficiences. Par contre, au niveau macro de la balance commerciale du pays, l'utilisation du numérique entraîne une dépendance vis-à-vis des importations et de la technologie étrangère. En effet, les outils électroniques ne sont pas fabriqués au Sénégal et causent une sortie importante de devises du pays. En outre, un transfert colossal de capitaux se fait entre les utilisateurs des services de *mobile money* – qui paient un pourcentage sur toute transaction – et les compagnies qui gèrent ces services, bien que cela n'ait pas encore été démontré par des chiffres exacts. En comprenant ces différents aspects, il est possible d'évaluer de manière globale l'impact du numérique sur les pratiques pastorales et d'identifier les opportunités et les défis associés à cette transition.

Les solutions numériques ne prenant pas en compte ces aspects semblent vouées à l'échec. Il est également important de réfléchir à ce qu'est l'inclusion numérique et de quels impacts négatifs peut-elle être porteuse. Dans les discussions avec les enquêtés, il apparaît une certaine nostalgie pour les temps passés, lorsque le téléphone n'interférait pas dans les interactions verbales au sein d'un ménage. Au-delà de l'aspect sentimental de telles déclarations, un réel problème de transmission intergénérationnelle de savoirs ancestraux se pose. En outre, l'inclusion numérique peut entraîner des besoins monétaires non négligeables, qui non seulement peuvent mener à délaisser la sécurité alimentaire de son propre ménage, mais contribuent aussi au creusement des inégalités socio-économiques existantes. En effet, le numérique, introduisant des coûts supplémentaires au niveau des exploitations agricoles (comme cela avait déjà été le cas pour le processus de mécanisation – Mazoyer et Roudart, 1997), permettrait aux producteurs qui peuvent les assumer d'être plus compétitifs sur

le marché et donc d'avancer, alors que les autres seraient obligés de rester en arrière et disparaître du secteur agricole sur le moyen terme – cela ayant un effet sur la concentration progressive des ressources productives et des capitaux dans les mains d'une minorité.

Pour éviter ces effets néfastes – ou du moins pour les limiter – il est fondamental que le numérique devienne un service de base fourni par les pouvoirs publics et non pas un privilège pour celles et ceux qui peuvent y avoir accès. Dans cet esprit, les services de base – tels que le réseau, la connexion et éventuellement la fourniture de dispositifs numériques – devraient être fournis par les acteurs publics de façon gratuite ou au moins accessible aux producteurs les plus démunis et marginalisés. En outre, il est fondamental que la frugalité numérique puisse être choisie et non subie. Des systèmes de location et d'achat coopératif de dispositifs électroniques (téléphones, panneaux solaires, groupes électrogènes, box internet, etc.) pourraient être introduits. Également, l'achat de matériaux de qualité – ayant donc une longue durée de vie – devrait être encouragé par des moyens de paiement échelonnés (pour qu'aussi ceux qui ont un pouvoir d'achat fractionné puissent y accéder) et des programmes de sensibilisation sur l'intérêt économique d'acheter du matériel solide et les répercussions positives sur l'environnement.

■ CONCLUSION

En s'appuyant sur le cadre de l'accès au numérique de Van Dijk (2019), ainsi que sur trois composantes techniques du numérique (le téléphone, les infrastructures collectives et la connexion internet), cet article a montré que les éleveurs du Sénégal font une utilisation frugale des innovations numériques. En effet, les outils exploités sont peu avancés (GSM) et utilisés pour des pratiques basiques, notamment les appels à des personnes de l'entourage relationnel proche. Les compétences et les motivations des usagers sont également limitées, étant impactées et ayant un impact à leur tour sur les infrastructures utilisées et les pratiques. L'attitude au bricolage permet de faire face aux problèmes liés à des infrastructures collectives défaillantes, telles que le réseau intermittent ou le manque d'électricité. Malgré cela, force est de constater que, dans les zones pastorales, le téléphone joue un rôle déterminant dans la conduite des activités, l'organisation des filières et la gestion des ressources. Il facilite également l'accès à l'information pour ces communautés. Au Sénégal, le téléphone, les réseaux sociaux et d'autres applications numériques font maintenant partie de la vie quotidienne des populations pastorales. Malgré leur éloignement des centres urbains et des grandes infrastructures, ces pasteurs et agropasteurs commencent à adopter les TIC, témoignant ainsi de leur besoin de connexion avec le monde. L'usage des smartphones est finalement une nouvelle propriété émergente dans le système pastoral et doit être mieux caractérisé. Ces technologies mobiles répondent aux besoins d'échange de systèmes pastoraux, favorisant de nouveaux modes de conduite et de commercialisation des troupeaux. Bien qu'encore peu évaluée, l'influence de ces technologies sur les activités d'élevage à l'échelle des exploitations devient un facteur stratégique de transformation du pastoralisme dans la décennie à venir.

Remerciements

Nous souhaitons remercier l'Institut Convergences Agriculture Numérique (#DigitAg) et le Ministère des Affaires Étrangères et de l'Europe de la République française pour avoir soutenu et financé les activités de recherche liées à cet article.

Contributions des auteurs

SF, PB, JDC et BB ont conçu et planifié l'étude. BB a assuré la collecte des données. AA et MLN ont assuré l'analyse et l'interprétation des données. SF, MM et JDC ont pris en charge la rédaction de l'étude et NP la révision du manuscrit.

Ethique de la recherche

Le protocole d'éthique en sciences sociales a respecté les principes et bonnes pratiques proposés par Van Campenhoudt et al. (2022). Lors de la collecte des données, les personnes enquêtées ont été informées des objectifs de l'étude et du respect de l'anonymat et ont eu la possibilité de donner explicitement leur consentement à la poursuite de l'interview.

REFERENCES

- Abakar M.F., Schelling E., Béchir M., Ngandolo B.N., Pfister K., Alfa-roukh I.O., Hassane H.M., et al., 2016. Trends in health surveillance and joint service delivery for pastoralists in West and Central Africa. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, **35** (2): 683-691, doi: 10.20506/rst.35.2.2549
- Asaka J.O., Smucker T.A., 2016. Assessing the role of mobile phone communication in drought-related mobility patterns of Samburu pastoralists. *J. Arid. Environ.*, **128**: 12-16, doi: 10.1016/j.jaridenv.2015.12.001
- Bakici T., Mirowska A., Arsenyan J., 2023. Digital Frugality for Managerial Tasks: Three-way Interaction Effects of Redundancy of Software on Techno-stressors. In: European Conference on Information Systems (ECIS), Research-in-Progress Papers
- Barthelon S., Masson S., 2020. Un système pastoral d'alerte au Sénégal. Informer et alerter les éleveurs : l'expérience du système pastoral d'alerte et d'information dans le Ferlo sénégalais. AVSF, Dakar, Sénégal, 5 p.
- Bonjawo J., 2011. Révolution numérique dans les pays en développement : L'exemple africain. Dunod, Paris, France, 192 p.
- Bonnet P., Cesaro J.-D., Alexandre C., Sow A.P., Roche M., Paget N., 2022. Une agriculture numérique inclusive ? Le cas de l'agriculture familiale en Afrique de l'Ouest. *Enjeux numér.*, **19**: 148-156
- Bordage F., 2021. Tendre vers la sobriété numérique – Je passe à l'acte. Actes Sud, Arles, France, 64 p.
- Butt B., 2015. Herding by mobile phone: Technology, social networks and the "transformation" of pastoral herding in East Africa. *Hum. Ecol.*, **43**: 1-14, doi: 10.1007/s10745-014-9710-4
- Cesaro J.-D., Sow A.P., 2021. Des outils numériques pour gérer un bassin laitier d'agro-pasteurs en Afrique de l'Ouest. *Grain de Sel*, **81**: 20-21
- De Bruijn M., Amadou A., Lewa Doksala E., Sangaré B., 2016. Mobile pastoralists in Central and West Africa: Between conflict, mobile telephony and (im)mobility. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, **35** (2): 649-657, doi: 10.20506/rst.35.2.2546
- Debsu D.N., Little P.D., Tiki W., Guagliardo S.A.J., Kitron U., 2016. Mobile phones for mobile people: The role of information and communication technology (ICT) among livestock traders and Borana pastoralists of southern Ethiopia. *Nomadic Peoples*, **20** (1): 35-61, doi: 10.3197/np.2016.200104
- De Young R., 1985. Encouraging Environmentally Appropriate Behavior: The Role of Intrinsic Motivation. *J. Environ. Syst.*, **15**: 281-291, doi: 10.2190/3FWV-4WMO-R6MC-2URB
- Djohy G., Edja H., Schareika N., 2017. Mobile phones and socio-economic transformation among Fulani pastoralists in northern Benin. *Nomadic Peoples*, **21**: 111-135, doi: 10.3197/np.2017.210106
- Gaye P.A.M., 2021. Analyse de la production laitière et des conditions d'accès aux sous-produits agricoles et agroindustriels dans les systèmes bovins de la zone rizicole du Delta du Sénégal (Thèse de doctorat en agronomie). Université de Thiès, Sénégal, 224 p.
- Gremillet C., 2023. Low-Tech et sobriété numérique : une étude d'usages du smartphone. Mémoire en design de l'environnement. Université du Québec à Montréal, Montréal, Québec, 112 p.
- GSMA., 2019. L'économie mobile : Afrique de l'ouest. Global System for Mobile Communications Association, London, UK, 34 p.
- Guillard V., 2021. Towards a society of sobriety: conditions for a change in consumer behavior. *Field Actions Sci. Rep.*, **23**: 36-39
- Huet J.-M., Morinière L., 2021. Le numérique pour sauver l'agriculture africaine ? *Futuribles*, **440** (1): 65-80, doi: 10.3917/futur.440.0065
- Kikulwe E.M., Fischer E., Qaim M., 2014. Mobile money, smallholder farmers, and household welfare in Kenya. *PLoS One*, **9**: e109804, doi: 10.1371/journal.pone.0109804
- Leliveld A., Knorringa P., 2018. Frugal innovation and development research. *Eur. J. Dev. Res.*, **30**: 1-16, doi: 10.1057/s41287-017-0121-4
- Mazoyer M., Roudart L., 1997. Histoires des agricultures du monde. Du néolithique à la crise contemporaine. Éditions du Seuil, Paris, France, 528 p.
- Mballo A.D., Wane A., Cissé M., Touré I., Nokho C.I., 2016. Pastoralisme et défis statistiques : vers une méthodologie d'échantillonnage en milieu mobile – Cas des transhumants du Ferlo (Sahel sénégalais). In: 9e Colloque francophone sur les sondages. UQO, Société française de statistique. Gatineau, Canada, 11-14 oct. 2016
- MCTEN., 2018. Plan National du Haut Débit. Ministère de la Communication, des Télécommunications et de l'Économie Numérique, Dakar, République du Sénégal, 158 p.
- Ninot O., 2008. Élevage et territoire dans le « Ferlo », zone pastorale du nord du Sénégal. Rapport de mission, 22 nov.-1^{er} déc 2007, CNRS, PRODIG, Paris, France, 48 p.
- Ninot O., 2010. Des moutons pour la fête : l'approvisionnement de Dakar en moutons de Tabaski. *Cah. Outre-Mer*, **249**: 141-164, doi: 10.4000/com.5904
- Ninot O., Dia N., Diagne A., Mugelé R., Sakho P., 2020. L'autre Ferlo (zone sylvopastorale du nord du Sénégal) : un territoire pas ou plus si marginal ? *Géotrope*, **1**: 161-173
- Parlasca M.C., 2021. A vital technology: Review of the literature on mobile phone use among pastoralists. *J. Int. Dev.*, **33** (4): 780-799, doi: 10.1002/jid.3540
- Pansera M., 2018. Frugal or Fair? The Unfulfilled Promises of Frugal Innovation. *Technol. Innov. Manag. Rev.*, **8** (4): 6-13, doi: 10.22215/timreview/1148
- PPZS., 2005. Circulation de l'information en milieu pastoral : Ferlo (Sénégal) et Kanem (Tchad). Pôle Pastoralisme et Zones Sèches, Dakar, Sénégal, 117 p.
- Rasmussen L.V., Mertz O., Rasmussen K., Nieto, H., 2015. Improving how meteorological information is used by pastoralists through adequate communication tools. *J. Arid Environ.*, **121**: 52-58, doi: 10.1016/j.jaridenv.2015.05.001
- Salat H., Schläpfer M., Smoreda Z., Rubrichi S., 2021. Analysing the impact of electrification on rural attractiveness in Senegal with mobile phone data. *R. Soc. Open Sci.*, **8** (10): 13 p, doi: 10.1098/rsos.201898
- Santos L.L., Borini F.M., Oliveira Júnior M. de M., 2020. In search of the frugal innovation strategy. *Rev. Int. Bus. Strat.*, **30** (2): 245-263, doi: 10.1108/RIBS-10-2019-0142
- Scoones I., 2023. Livestock, climate and the politics of resources. A primer. Transnational Institute, Amsterdam, The Netherlands, 68 p.
- Trompette P., Etienne E., Francius R., 2022. At the margins of the grid: The politics of off-grid electrification in Senegal. In: Ojong N. (Ed.) Off-Grid Solar Electrification in Africa: A Critical Perspective. Palgrave Macmillan, London, UK, p. 65-110, doi: 10.1007/978-3-031-13825-6_3
- Van Campenhoudt L., Marquet J., Quivy R., 2022. Manuel de recherche en sciences sociales. 6^e édition. Ed. Armand Colin, Paris, France, 352 p.
- Van Dijk J., 2019. The digital divide. John Wiley & Sons, Cambridge, UK, 208 p.
- Vidal-González P., Nahass B., 2018. The use of mobile phones as a survival strategy amongst nomadic populations in the Oriental region (Morocco). *Geojournal*, **83**: 1079-1090, doi: 10.1007/s10708-017-9823-6
- Vossenbergh S., 2018. Frugal Innovation Through a Gender Lens: Towards an Analytical Framework. *Eur. J. Dev. Res.*, **30**: 34-48, doi: 10.1057/s41287-017-0118-z
- Wane A., Ancey V., Touré I., Ndiobène K.S., Diao-Camara A., 2010. L'économie pastorale face aux incertitudes. Le salariat au Ferlo (Sahel sénégalais). *Cah. Agric.*, **19** (5): 359-365, doi: 10.1684/agr.2010.0427
- Wyche S., Olson J., 2018. Kenyan women's rural realities, mobile internet access, and "Africa rising". *Inf. Technol. Inter. Dev.*, **14**: 33-47

Summary

Ferrari S., Moniot M., Ba B., Asseloka A., Ndiaye M.L., Paget N., Bonnet P., Cesaro J.D. Pastoralism and digital frugality: assessing the uses in pastoralist households in Senegal

The development of digital tools among pastoralists in the South has been receiving increasing attention from development programs. Mobile telephony and internet have the potential to bring transformative changes to livestock systems, improving herd management, agricultural product marketing, and access to basic services. However, access to phones and internet varies greatly, which determines the relevance of digital technologies for pastoralism. Therefore, it is crucial to gain a better understanding of digital practices within pastoral farming operations. An investigation conducted in Senegal, involving 310 farms and 1250 individuals, reveals that digital usage is frugal, with mobile usage being predominantly offline and older devices being common. Skills and practices primarily revolve around verbal exchanges. Pastoralists recognize the value of phones in enhancing their knowledge of animal health, local services, and feeding techniques. Nevertheless, it is essential to consider the limitations of equipment and connectivity in order to develop appropriate solutions and promote effective and inclusive use of digital tools in the southern pastoral farming sector. Ultimately, the study encourages in-depth reflection on what digital inclusion can represent and on its impacts.

Keywords: pastoralists, digital divide, information and communication technologies, information services, Senegal

Resumen

Ferrari S., Moniot M., Ba B., Asseloka A., Ndiaye M.L., Paget N., Bonnet P., Cesaro J.D. Pastoralismo y herramientas digitales: evaluación de los usos en los hogares pastorales de Senegal

En los programas de desarrollo del Sur se presta una atención creciente al uso de herramientas digitales por los pastores transhumantes. La telefonía e internet móviles tendrían una capacidad transformadora en los sistemas ganaderos para mejorar el manejo del rebaño, la comercialización de los productos agrícolas y el acceso a los servicios básicos. Sin embargo, el acceso al teléfono y a internet parece muy variable y condiciona el interés de las tecnologías digitales por el pastoralismo. Por lo tanto, es esencial poder calificar mejor la digitalización en las explotaciones pastorales. Una encuesta llevada a cabo en Senegal a 316 explotaciones y 1 260 individuos revela que la utilización de herramientas digitales es baja, con usos móviles poco conectados a internet y terminales generalmente antiguos. Las competencias y las prácticas se basan principalmente en conversaciones verbales. Los criadores reconocen el interés de los teléfonos para mejorar sus conocimientos sobre la salud animal, los servicios de proximidad y las técnicas de alimentación, si utilizan las lenguas locales. Sin embargo, es esencial tener en cuenta la limitación de los equipamientos y de las conexiones para desarrollar soluciones adaptadas y favorecer una utilización eficaz e inclusiva de las herramientas digitales en el sector del pastoralismo en el Sur. En conclusión, el estudio incita a llevar a cabo una reflexión de fondo sobre lo que la inclusión digital puede representar y sobre sus efectos.

Palabras clave: pastoralistas, asimetría digital, tecnologías para la información y la comunicación, servicios de información, Senegal

Le lait comme facteur de sécurisation des chameliers en zone périurbaine de N'Djamena au Tchad

Mahamat Amine Mahamat Ahmat ^{1, 2*}

Charles-Henri Moulin ² Mian-Oudanang Koussou ¹

Guillaume Duteurtre ^{2, 3}

Mots-clés

Camélidé, lait de chamelle, chaîne de valeur du secteur laitier, revenu de l'exploitation, Tchad

© M.A. Mahamat Ahmat et al., 2023



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Submitted: 29 March 2023

Accepted: 06 September 2023

Online: 30 November 2023

DOI: 10.19182/remvt.37134

Résumé

Les conditions climatiques, accentuées par l'instabilité politique des années 70-80, ont bouleversé les trajectoires de ménages pastoraux. Ces derniers ont quitté leur zone d'attache au Batha pour venir s'installer en zone périurbaine de N'Djamena. Au cours de cette migration, ils ont profondément transformé leurs systèmes d'élevage. L'objectif de cette étude est de montrer comment l'élevage du dromadaire a été un levier de ces transformations et a permis la résilience de ces ménages pastoraux. Ce travail a consisté en une enquête menée en 2018 auprès de 173 ménages de pasteurs camelins, répartis dans 27 campements autour de N'Djamena, soit 10 % des ménages de ces campements. Ces ménages sont spécialisés dans l'élevage camelin laitier, et leur mobilité est organisée autour de trois zones agro-écologiques. Pendant la saison sèche, les troupeaux sont divisés en deux. Les femelles en lactation sont gardées autour de N'Djamena pour la vente du lait et le reste du troupeau est envoyé vers le sud en zone pastorale avec un jeune adulte. En revanche, pendant la saison pluvieuse, l'ensemble du troupeau remonte au nord avec l'ensemble du ménage. La vente du lait de chamelle qui était autrefois considérée comme un tabou social représente aujourd'hui un moyen de sécurisation de ces ménages pastoraux, avec quatre modalités de mise en marché. Il s'agit de la vente à des collecteurs (43 %), la vente au bord de la route (35 %), la vente en ville avec collecte (12 %) et la vente en ville sans collecte (9 %). L'autoconsommation de lait reste importante (3,5 litres par ménage et par jour). Le lait est aussi une source majeure de revenu monétaire, avec plus de 45 % des ménages qui dégagent une marge brute lait (MBL) par actif supérieure ou égale au salaire minimum interprofessionnel garanti (SMIG) qui est de l'ordre de 2 000 FCFA par jour.

■ Comment citer cet article : Mahamat Ahmat M.A., Moulin C.H., Koussou M.O., Duteurtre G., 2023. Le lait comme facteur de sécurisation des chameliers en zone périurbaine de N'Djamena au Tchad. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 76: 37134, doi: 10.19182/remvt.37134

■ INTRODUCTION

En Afrique subsaharienne, les éleveurs pastoraux et agropastoraux sont soumis à de fortes contraintes qui fragilisent leurs moyens d'existence et les obligent à s'adapter (Schmidt & Pearson, 2016 ; Leal Filho et al., 2020). Ils sont soumis aux importantes variations spatio-temporelles de la disponibilité des ressources sur les parcours, notamment en zones arides, et aux impacts du changement climatique en cours (Krätli et al., 2013). À ces fortes incertitudes environnementales

s'ajoutent des contraintes socio-économiques. Outre les variations de prix sur les marchés locaux, les éleveurs sont soumis à d'importantes pressions sur les ressources pastorales liées à la progression des espaces de cultures, à l'insécurité socio-politique et aux modifications des règles d'accès aux parcours et aux points d'eau (Bonnet, 2013 ; Nori & Scoones, 2019).

Pour s'adapter, face à ces contraintes, les pasteurs mobilisent 5 grands groupes de stratégies et principes de pilotage des systèmes pastoraux (Nori, 2021) : la gestion adaptative du troupeau, le recours à une mosaïque de moyens d'existence, la mobilité, la complémentarité entre différentes activités conduites au sein des territoires, et l'articulation dans des réseaux sociaux. Les nouvelles formes de mobilités des pasteurs qui descendent de plus en plus en zones soudaniennes d'Afrique de l'Ouest et centrale (Bassett & Turner, 2007 ; Gonin, 2017) sont une bonne illustration de ces différentes stratégies ou principes. Un autre

1. Institut de Recherche en Élevage pour le Développement (IREDA), N'Djamena, Tchad.

2. SELMET, Univ Montpellier, CIRAD, INRAE, Institut Agro, Montpellier, France.

3. CIRAD, UMR SELMET, Montpellier, France.

* Auteur pour la correspondance

Tél. : +235 65212788 ; email : mahamahamat@yahoo.fr

exemple peut être donné dans le domaine de la gestion adaptative du troupeau : il s'agit des stratégies de substitution des bovins par des camelins et des caprins chez certains éleveurs en zone aride, comme en témoigne l'augmentation de 10 % des effectifs camelins dans plusieurs pays du Sahel au cours des vingt dernières années (Rahimi et al., 2022). Plus classiquement, de nombreux éleveurs des zones sahélo-soudaniennes ont recours à des activités de diversification de leurs moyens d'existence, qu'il s'agisse de la pratique de l'agriculture et de l'intégration des activités de culture et d'élevage (Dongmo et al., 2012), ou de la vente de lait (Duteurtre, 2007).

Dans les zones arides et semi-arides, plusieurs de ces stratégies d'adaptation pastorales semblent s'articuler de manière spécifique autour de l'élevage camelin. L'élevage de dromadaire constitue en effet une ressource locale importante pour la sécurité alimentaire, surtout à travers son lait. Au sein des familles pastorales, le lait de chamelle est principalement destiné à la consommation familiale et à l'alimentation des chamelons (Noor et al., 2013; Konuspayeva & Faye, 2021). Il fait souvent l'objet de don à des voisins, ou d'offrande aux visiteurs, au point que sa vente a longtemps été considérée dans la culture des éleveurs chameliers comme un tabou (Anderson et al., 2010). Le dromadaire présente aussi des capacités de valorisation de parcours particulièrement arides ou éloignés des points d'eau, une utilité pour le transport, et des capacités de résistance à la soif lors des grandes transhumances (Chaibou, 2005).

La vente de lait de chamelle en zone périurbaine représente aujourd'hui une activité en plein essor. La demande de lait de chamelle est en augmentation dans le monde entier en raison de ses bienfaits perçus pour la santé et de son goût unique (Faye et al., 2014). Dans plusieurs pays, des pasteurs camelins s'installent autour de grandes villes pour profiter d'un intérêt nouveau pour la commercialisation de lait de chamelle. Ces évolutions s'accompagnent d'une spécialisation des troupeaux camelins vers la production de lait en utilisant des aliments concentrés. Ce nouveau commerce de lait de chamelle constitue un moyen d'intégration économique et d'amélioration des moyens de subsistance des éleveurs (Faye, 2014).

Au Tchad, face aux sécheresses puis à l'insécurité liés aux troubles socio-politiques des années 70 et 80, plusieurs groupes de pasteurs arabes « chameliers » (en arabe tchadien : *Abbala*) originaires de la province du Batha, située au centre du Tchad (figure 1), ont entrepris

de s'installer autour de la capitale pour profiter de ce marché du lait. Par la même occasion, ces éleveurs se sont rapprochés des autorités administratives à la recherche de la sécurité. Cette migration leur a permis aussi de disposer de pâturages et de l'eau (Koussou, 2008 ; Zakinet, 2020).

Cependant, même si ce commerce de lait est dynamique, peu d'éléments sont disponibles pour juger de la pertinence de ses évolutions dans un contexte de pressions accrues sur les ressources pastorales. La trajectoire de ces groupes d'éleveurs constitue à ce titre un objet d'étude intéressant pour aborder les stratégies d'adaptation des éleveurs pastoraux. Cette installation récente à la périphérie de N'Djamena permet en particulier de questionner la place du lait de chamelle en matière de demande et de sa contribution en matière de sécurité alimentaire et nutritionnelle au Tchad.

Le présent article s'appuie sur une étude de terrain qui vise à répondre à deux questions : 1) comment les chameliers arrivés depuis les années 1985 dans la zone périurbaine de N'Djamena organisent leurs mobilités pour accéder au marché du lait de N'Djamena ? 2) quelle est la contribution du lait de chamelle à la sécurisation des familles et à l'approvisionnement du marché urbain ?

■ MATERIEL ET METHODES

Zone d'étude

La zone d'étude correspond au bassin d'approvisionnement de la ville de N'Djamena en lait de chamelle, qui s'étend sur un rayon de 80 km autour de la capitale. Ce bassin d'approvisionnement recouvre plusieurs départements situés dans les provinces du Chari-Baguirmi et du Hadjer-Lamis (figure 1). Il comprend cinq zones organisées chacune autour d'un axe routier principal. La première zone est située au Nord suivant l'axe N'Djamena-Djarmaya, la deuxième au Nord-Est suivant l'axe N'Djamena-Gaoui, la troisième à l'Ouest suivant l'axe N'Djamena-Mara, la quatrième au Sud suivant l'axe N'Djamena-Mandalia et la cinquième au Sud-Est suivant l'axe N'Djamena-Linia. Le climat est de type sahélo-soudanien, marqué par l'alternance d'une courte saison de pluie, qui va généralement de juillet à septembre, avec une pluviométrie moyenne annuelle qui varie de 500 à 700 mm, et d'une longue saison sèche d'octobre à juin. Les températures observées sont comprises entre 20°C et 45°C en saison sèche et

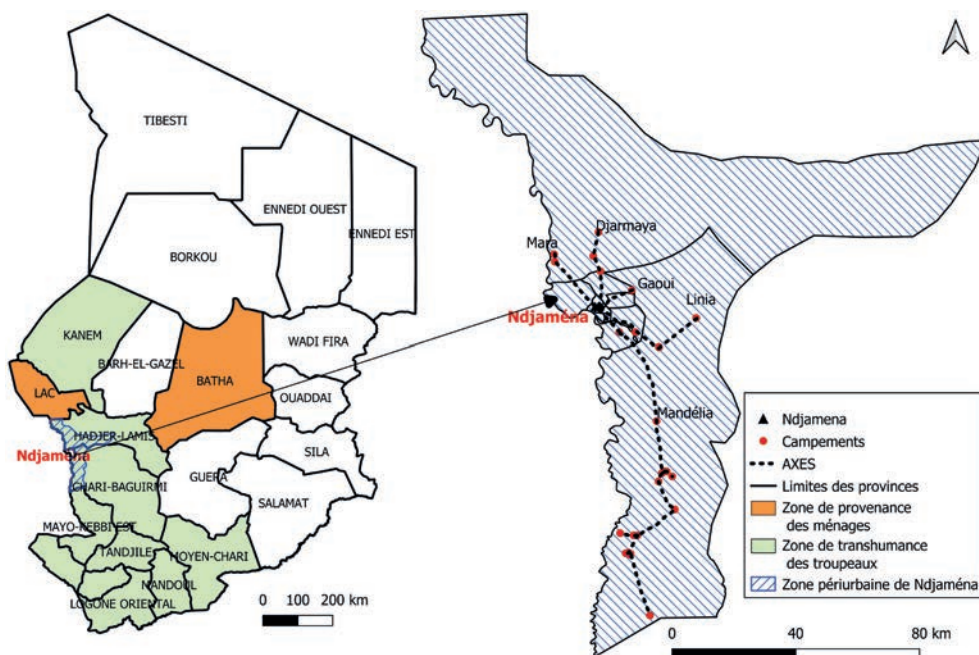


Figure 1 : zones de mobilités et localisation des campements des ménages chameliers dans la zone périurbaine de N'Djamena, Tchad /// Mobility zones and location of camel-herding household camps in the peri-urban area of N'Djamena, Chad

entre 18°C et 30°C en saison pluvieuse. La végétation se caractérise essentiellement des steppes arbustives ou arborées à épineux (*Acacia senegal*, *Acacia nilotica*, *Balanites aegyptiaca*) qui se juxtaposent fréquemment aux steppes constituées de plantes non épineuses, avec des Combrétacées et des Anacardiacees (Worgue, 2012). Cependant, aujourd'hui, sous l'effet conjugué du climat et des activités humaines, les espèces ligneuses sont fortement menacées d'extinction.

Échantillonnage

Un premier travail de recensement a été réalisé et a permis de déterminer le nombre de ménages des chameliers présents dans le bassin d'approvisionnement de la ville de N'Djamena. Un ménage est défini comme une unité de résidence, avec un chef de ménage et sa ou ses épouses et leurs enfants, auquel correspond un troupeau. Ces chameliers sont tous de l'ethnie arabe et originaires de la province du Batha située au centre du Tchad. La majorité est de la tribu *Ouled Rachid* et une minorité de la tribu *Ouled Himet*. Leur arrivée dans la zone commença à partir des années 1985 en provenance principalement du Batha et pour certains du Lac où ils avaient migré provisoirement. Ces migrations ont eu lieu suite à la sécheresse et à l'instabilité politique des années 1983-1984. Plus récemment, d'autres pasteurs originaires du Batha sont arrivés du Niger et du Lac, suite aux événements de Boko Haram de 2014.

Le nombre des ménages présent dans la zone périurbaine de N'Djamena est estimé à 1 734 regroupés en 27 campements (en arabe tchadien : *ferricks*). Pour réaliser ce travail, il a été décidé d'enquêter 10 % de l'effectif total, soit 173 ménages. Un tel taux de sondage est en effet classiquement utilisé pour la réalisation d'une typologie d'exploitation (Landais, 1996). Un échantillonnage stratifié a été effectué en considérant les différents campements comme des strates. Par la suite, nous avons démarré les enquêtes en sollicitant les premiers éleveurs que nous avons rencontrés à l'entrée de chaque campement, puis de proche en proche nous avons enquêté les éleveurs en fonction de leur disponibilité et de leur volonté de participer à l'enquête, jusqu'à obtenir un échantillon de 10 % des ménages par campement. Le consentement des personnes enquêtées a été obtenu oralement au moment de l'enquête, en leur garantissant l'anonymat des informations obtenues, sans présenter de résultats à l'échelle individuelle d'un ménage.

Collecte des données

L'enquête a été réalisée durant une période de vingt jours, du 15 janvier au 5 février 2018 à l'aide d'un questionnaire semi-directif. Ce dernier regroupe les informations suivantes : l'identité de l'éleveur, la taille de troupeau, les pratiques d'élevage, la production de lait, l'autoconsommation de lait, la commercialisation et les problèmes rencontrés par les éleveurs, etc. La collecte des données a été réalisée à l'échelle de l'année notamment pour la conduite et la mobilité de troupeau. En revanche, les données sur la complémentation, la production, l'autoconsommation, la commercialisation du lait et les contraintes rencontrées par les éleveurs ont été recueillies à l'échelle de la saison sèche, période durant laquelle les ménages campent dans la zone périurbaine de N'Djamena.

Traitement des données

Les données collectées ont fait l'objet d'une codification avant d'être saisies sur le tableur Excel de Microsoft Office. Une maquette de saisie a été préalablement conçue à cet effet. Ensuite, les données ont été soumises à une analyse descriptive à l'aide de logiciel R Studio. Une typologie des modalités de mise en marché en lait a été réalisée à l'aide de tris sur les trois variables suivantes : lieu de vente (dans le campement, au bord de la route ou en ville), client (collecteur, boutique, laiterie, consommateur) et origine du lait vendu (lait produit dans la famille, lait acheté).

L'analyse économique a permis de calculer la marge brute laitière (MBL). La MBL équivaut au produit brut des ventes moins les charges opérationnelles. Les charges opérationnelles sont estimées en considérant uniquement comme coûts monétaires significatifs les coûts en aliment et les frais de transport pour la vente du lait. En raison du mode de vie pastorale des ménages interrogés, nous avons considéré comme négligeables le coût du travail salarié du gardiennage, les frais vétérinaires, les frais d'accès à l'eau et au pâturage, le logement, le téléphone, les frais financiers. En effet, les éleveurs ont recours majoritairement à leurs enfants pour le gardiennage. Pour les soins vétérinaires, ils ont surtout recours à la pharmacopée traditionnelle. Ensuite, nous avons calculé la MBL par équivalent adulte (MBLEqA). La taille du ménage a été évaluée en équivalent adulte, en utilisant un taux de conversion de 0,75 pour chaque enfant âgé de moins de 12 ans et de 1 pour chaque personne de plus de 12 ans (Thébaud, 2017).

L'analyse économique a été faite en distinguant les différentes modalités de mise en marché de lait frais non transformé. La comparaison des indicateurs des performances économiques moyennes de quatre modalités de commercialisation a été réalisée à partir d'un test statistique non paramétrique (Wilcoxon-Mann-Whitney) avec le logiciel R.

■ RESULTATS

L'organisation de la mobilité des troupeaux et des ménages

La taille moyenne des ménages élevant des dromadaires est de 9 personnes, variant de 2 à 25. Ces ménages sont constitués d'un chef de ménage et de ses épouses (de 1 à 4), soit 6 adultes en moyenne, et de 0 à 8 jeunes et enfants, soit 3 en moyenne. Ils détiennent un troupeau de 53 dromadaires par ménage, de 4 à 400, avec 6 dromadaires par membre du ménage (de 0,6 à 22,2 dromadaire par membre du ménage).

Ces ménages pratiquent un élevage mobile organisé entre trois zones agro-écologiques (tableau I). Les familles résident dans des campements dans un rayon de 10 à 70 km autour de la ville de N'Djamena, selon 5 axes de circulation, durant une période d'en moyenne 8 mois, de novembre à juin. Durant cette période, le troupeau est divisé en deux lots. Le premier lot est composé des chammelles en lactation et resté avec la famille autour de N'Djamena, pour permettre la vente de lait sur le marché urbain. Le nombre moyen de chammelles en lactation est de 5,9 têtes par ménage. Ce lot est conduit quotidiennement au pâturage dans un rayon de 5 à 10 km environ autour du campement. La conduite est assurée par un membre de la famille ou par un berger salarié. Les contraintes foncières et alimentaires liées à l'extension des terres agricoles et de la ville amènent les ménages à constituer un second lot composé des mâles, femelles tarées et jeunes sevrés pour l'envoyer vers le sud. Ils effectuent une mobilité pouvant atteindre 500 km. Ce lot représente 89 % des effectifs du cheptel camelin. Il est accompagné essentiellement par de jeunes hommes du ménage. En revanche, au démarrage de la saison pluvieuse à partir du mois de juin, le lot parti vers le sud remonte vers N'Djamena pour rejoindre le reste du troupeau. Puis lorsque la saison des pluies s'installe, l'ensemble du troupeau et la famille remontent vers le nord dans la province du Kanem en direction des ouadis et des parcours sahariens reverdis par les premières pluies. Lors de cette remontée vers le nord, les pasteurs conduisent leurs animaux sur les terres salées bénéfiques aux animaux. La remontée au nord se fait progressivement selon l'intensité de la saison pluvieuse et la distance parcourue qui est de l'ordre de 300 km. Durant cette période de saison pluvieuse, les ménages ne peuvent pas rester dans la zone de N'Djamena pour plusieurs raisons. D'abord, la majorité des surfaces sont cultivées, ce qui rend problématique la conduite au pâturage. Mais aussi et surtout, l'apparition des insectes piqueurs (moustiques, tabanides, stomoxes)

est susceptible d'affecter la santé des dromadaires soit par leur impact direct soit par leur rôle de vecteurs dans la transmission de certaines maladies (trypanosomiase, gales, etc.).

Globalement, si la zone autour de N'Djamena est favorable pour l'accès au marché, les chameliers font tout de même face à un ensemble de difficultés (figure 2). Selon leurs déclarations, 24,8 % des chefs de ménage se plaignent des conflits agriculteurs-éleveurs, 22,8 % du rétrécissement de l'espace, 8,1 % de l'occupation des couloirs de transhumance, 2,4 % de la fermeture d'accès au fleuve pour l'abreuvement des animaux. Sur un rayon d'environ 100 km, la zone est presque entièrement occupée par des individus tiers (commerçants et fonctionnaires civils et militaires). Ces derniers ont aménagé des vergers tout au long du fleuve Chari. Ainsi, 10,2 % des éleveurs se plaignaient aussi de l'absence des instances compétentes pour les règlements des conflits, 12,1 % de la dégradation de l'environnement à cause de surpâturage provoqué par l'afflux des animaux en provenance des différentes contrées du Tchad mais aussi des défrichements culturels. En plus de cela, 3,2 % des éleveurs se plaignaient de l'inaccessibilité d'aliment bétail surtout en période de soudure et 16,4 % de la question de santé animale avec surtout la trypanosomiase qui constitue l'un des problèmes majeurs permanents chez les dromadaires causant des pertes importantes, suivies des gales ainsi que d'autres maladies infectieuses.

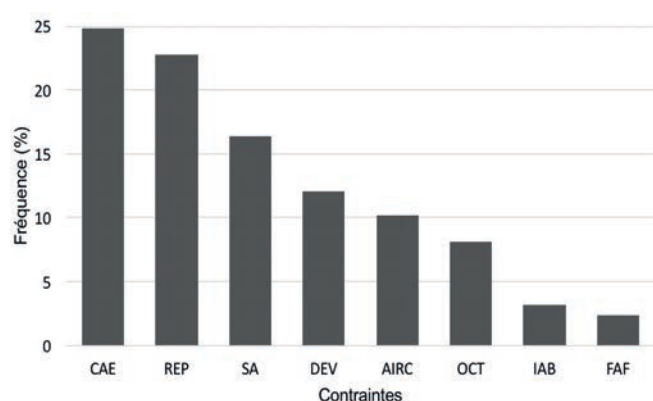


Figure 2 : Les contraintes rencontrées par les chameliers en zone périurbaine de N'Djamena, Tchad /// Constraints encountered by camel drivers in the peri-urban area of N'Djamena, Chad

CAE : Conflit agriculteurs-éleveurs ; REP : Rétrécissement de l'espace pastoral ; SA : Santé animale ; DEV : Dégradation de l'environnement ; AIRC : Absence d'instance de règlement des conflits ; OCT : Occupation de couloir de transhumance ; IAB : Inaccessibilité d'aliment bétail ; FAF : Fermeture de l'accès au fleuve pour l'abreuvement. /// CAE: Farmer-herder conflict; REP: Reducing pastoral space; SA: Animal health; DEV: Environmental degradation; AIRC: Absence of conflict resolution body; OCT: Occupation of transhumance corridor; IAB: Inaccessibility of livestock feed; FAF: Closure of access to river for watering

Tableau I : Allotement et zones de présence saisonnière des lots dans les troupeaux de dromadaires, N'Djamena, Tchad /// Allocation and seasonal presence of batches in camel herds, N'Djamena, Chad

Mois	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Févr.
Saison	Sèche chaude (Seif)				Pluvieuse (Kharif)		Post-hivernage (Darat)		Sèche froide (Chité)			
N'Djamena*	Lot des chamelles en lactation								Lot des chamelles en lactation			
Sud*	Reste du troupeau (chamelles taries, jeunes, mâles...)								Reste du troupeau (chamelles taries, jeunes, mâles...)			
Nord*					Ensemble du troupeau							

* : lieu de présence des lots. N'Djamena : zone périurbaine de N'Djamena ; Sud : zone de transhumance vers le sud du Tchad, en zone soudanienne ; Nord : zone de transhumance vers le nord, en zone sahélo-saharienne /// Location of camel batches : N'Djamena : peri-urban area of N'Djamena; Sud : transhumance area to the south of Chad, in the Sudanian zone; Nord : transhumance area to the north, in the Sahelo-Saharan zone

Les pratiques de traite

Selon les déclarations des éleveurs, la traite démarre entre une à quatre semaines après la mise-bas. Cette période permet au chamelon de bien profiter du colostrum, ce qui lui assure une immunité transmise par la mère, et favorise le démarrage de sa croissance.

La traite est effectuée par une seule personne dans la plupart des cas. Dans 36 % des ménages, la traite est pratiquée par le chef de ménage, 27 % par une femme, 21 % de façon alternée entre le chef de ménage et sa femme et 16 % entre la femme et son fils. Elle peut être aussi pratiquée par deux personnes, surtout chez les éleveurs qui détiennent un nombre important de chamelles à traire. Dans ce cas, une personne tient le récipient de la traite et la seconde pratique la traite. La traite est réalisée en présence du chamelon pour stimuler la descente du lait chez la chamelle. En cas d'absence du chamelon, les pasteurs confectionnent une poupée à partir de la peau du chamelon mort pour stimuler la sécrétion lactée. Les femelles sont traitées deux fois par jour. Les quantités traitées déclarées sont de 3 litres par chamelle et par jour (64 % des ménages) ou de 4 litres (36 %).

La lactation dure le plus souvent un an (89 % des ménages), parfois deux ans. Après extrapolation, pour une lactation de 12 mois et une quantité journalière moyenne de 3,6 litres de lait trait, la quantité annuelle de lait trait est de l'ordre de 1 270 litres par chamelle.

La commercialisation du lait

Saisonnalité du commerce du lait

La commercialisation de lait de chamelle en zone périurbaine de N'Djamena est saisonnière. Les chamelles traitées demeurent dans la zone uniquement durant la saison sèche allant du mois de novembre au mois de juin, soit 8 mois dans l'année.

Usages du lait et commerce

Le lait de chamelle est en partie autoconsommé (y compris le don), à raison de $3,5 \pm 0,8$ litre de lait par ménage et par jour, ce qui représente 16,3 % de la quantité totale de lait trait. Aucun éleveur rencontré n'a déclaré transformer le lait de chamelle. La totalité du lait commercialisé est vendue sous forme de lait frais. L'activité de commercialisation du lait est réservée uniquement aux femmes qui se distinguent en 4 modalités de mise en marché (figure 3) :

La vente aux abords de la route concerne les femmes éleveuses qui se trouvent à proximité des routes bitumées qui mènent à la ville de N'Djamena. Elles exposent leur lait sur les bords des axes bitumés pour le vendre directement aux consommateurs ou aux collecteurs transporteurs au prix de 1 000 FCFA la bouteille de 1,5 litre, soit 667 FCFA le litre. Ce mode de commercialisation concerne 35,3 % des ménages.

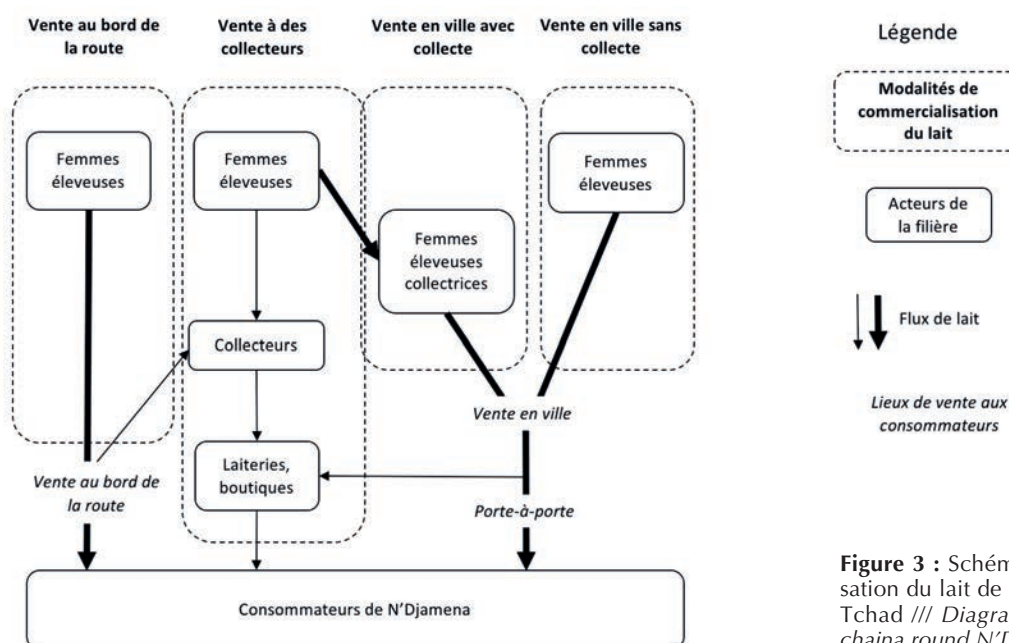


Figure 3 : Schéma de la filière de commercialisation du lait de chamelle autour de N'Djamena, Tchad /// *Diagram of the camel milk marketing chain around N'Djamena, Chad*

La vente aux collecteurs s'effectue au niveau du campement. Il existe des collectrices qui sont des femmes éleveuses du même campement que les vendeuses ou d'un campement voisin. Les collecteurs sont des transporteurs qui viennent de la ville en général à moto pour acheter du lait pour le compte de laiteries ou de boutiques d'alimentation. Le lait est vendu au campement au prix de 500 FCFA la bouteille de 1,5 litre, soit 333 FCFA le litre. Ce mode de commercialisation concerne 43,4 % des ménages.

la vente en ville avec collecte s'opère en combinant la vente du lait produit par le ménage et celle du lait collecté auprès des femmes du voisinage. Ces femmes éleveuses collectrices utilisent les transports en commun pour rejoindre la ville. Elles commercialisent le lait soit directement aux consommateurs au porte-à-porte, soit à des laiteries ou à des boutiques d'alimentation. Le prix de vente est de 667 FCFA/litre. Ce mode de commercialisation concerne 12,1 % des ménages.

la vente en ville sans collecte concerne les femmes éleveuses qui commercialisent uniquement le lait produit au sein du ménage. Elles empruntent aussi les transports en commun. La vente s'effectue en ville soit directement aux consommateurs au porte-à-porte ou soit à des laiteries ou à des boutiques d'alimentation. Le prix est le même, quel que soit le client : 667 FCFA/litre. Ce mode de commercialisation concerne 9,2 % des ménages.

Estimation des quantités vendues

Un ménage détient en moyenne 5,9 femelles en lactation, avec une production laitière (lait trait) en moyenne de 20 litres de lait par jour. En appliquant cette valeur moyenne par ménage à l'ensemble des ménages recensés dans le bassin d'approvisionnement, la quantité de lait trait est en moyenne de 34 680 litres de lait par jour. Après soustraction de la quantité de lait autoconsommé qui est estimée en moyenne à 16,3 % soit 5 653 litres de lait/jour, la quantité de lait vendu sur le marché urbain de N'Djamena est donc estimée en moyenne à 29 000 litres par jour pendant la saison sèche.

La contribution du lait aux moyens de subsistance des ménages

Charges d'alimentation

Une faible partie des ménages (11 %) ne complètent jamais leurs troupeaux. Pour les autres ménages (89 %), la complémentation

alimentaire ne concerne que les chamelles en lactation présentes en zone périurbaine de N'Djamena. Certains ménages (11 %) complètent durant toute la période de leur présence autour de la ville (8 mois), la majorité (78 %) ne complémente que quelques mois en fin de saison sèche chaude.

Parmi les éleveurs qui pratiquent la complémentation, 58 %, utilisent un seul type d'aliment (tourteau d'arachide) et 42 % ajoutent également une céréale en plus du tourteau, soit du mil pénicillaire (24 %) ou du sorgho (18 %).

Les éleveurs faisant la complémentation alimentaire distribuent aux animaux une quantité moyenne de deux kilogrammes par chamelle et par jour. La quantité moyenne distribuée par ménage est de $10,5 \pm 6,5$ kg par jour. La distribution se fait une fois par jour, après le retour des animaux du pâturage.

Marge brute du lait

Le prix d'achat d'un kilogramme d'aliment varie en fonction de la position géographique des campements mais il n'est pas significativement différent selon les modalités de mise en marché. En revanche, les quantités distribuées dépendent de ces modalités (tableau II). Les ménages qui vendent en ville avec collecte ont un faible nombre de chamelles et distribuent plus d'aliments par litre de lait produit que les autres ménages. En revanche, les ménages vendant en ville sans collecte et détenant un nombre de chamelles plus important distribuent peu, voire pas du tout, d'aliments.

Dans la modalité de vente directe avec collecte, la plus petite quantité de lait produit, du fait d'un nombre plus faible de chamelles, est compensée par la collecte ce qui permet de transporter 22 litres de lait en ville (et de diluer les coûts de transport). Il faut noter que la marge commerciale de revente de lait est plus forte que la marge brute du lait produit pour les ménages qui vendent à des collecteurs.

La marge brute journalière par équivalent adulte dépend du nombre des chamelles laitières et des modalités de mise en marché (figure 4). Plus de 45 % des ménages enquêtés dégagent une marge brute journalière par équivalent adulte supérieure ou égale au salaire minimum interprofessionnel garanti (SMIG), soit 2 000 FCFA par jour. Les ménages qui dégagent une marge brute journalière par équivalent adulte inférieure au SMIG sont pour la plupart du groupe de vente du lait à des collecteurs.

Utilisation du revenu du lait

La recette générée de la vente du lait est gérée par la femme pour payer tout ce qui est ingrédient pour la sauce ainsi que les produits cosmétiques et même parfois des aliments pour le bétail. En revanche,

le chef de ménage est censé fournir les céréales notamment à partir de la vente d'un animal.

Les revenus monétaires de lait sont saisonniers. Les résultats présentés concernent uniquement les 8 mois de saison sèche. Un revenu

Tableau II : Caractéristiques des ménages et résultats économiques par litre de lait selon quatre modalités de mise en marché du lait autour de N'Djamena, Tchad /// Household characteristics and economic results per litre of milk according to four milk marketing methods around N'Djamena, Chad

	Vente au bord de la route	Vente aux collecteurs	Vente en ville avec collecte	Vente en ville sans collecte
Nombre de ménages	61	75	21	16
Nombre de chamelles traites	5,9 ^a	5,9 ^a	3,9 ^b	9,0 ^c
Quantité d'aliment par litre de lait (g)	120 ^a	130 ^a	161 ^b	46 ^c
Lait produit par jour (litre)	19,1 ^a	20,1 ^a	12,9 ^b	30,5 ^c
Lait autoconsommé par jour (litre)	3,2	3,5	3,7	4,1
Lait produit vendu par jour (litre)	15,9 ^a	16,3 ^a	9,2 ^b	26,4 ^c
Lait collecté et vendu par jour (litre)	0	0	13,3	0
Prix de vente du litre de lait (FCFA)	667	333	667	667
Prix d'achat du kg d'aliment (FCFA)	188 ^a	176 ^a	163 ^a	132 ^a
Coût d'achat d'aliment par litre (FCFA)	153 ^a	144 ^a	173 ^{ab}	96 ^{ac}
Coût du transport du lait par litre (FCFA)	0	0	88	112
Marge Brute Laitière par litre produit et vendu (FCFA)	514 ^a	189 ^b	406 ^a	458 ^a
Marge commerciale par litre de lait collecté (FCFA)	0	0	245	0
Marge Brute Laitière par EqA (FCFA)	2358 ^a	1108 ^b	2497 ^a	2341 ^a

(g : gramme ; j : jour ; FCFA : Franc de la Coopération Financière en Afrique ; EqA : Équivalent adulte). Dans une même ligne, les valeurs de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % (test de Wilcoxon-Mann-Whitney) /// g: gram; d: day; FCFA: CFA Franc; EqA: Adult equivalent. Within the same line, values for the same letter are not significantly different at the 5% level (Wilcoxon-Mann-Whitney test)

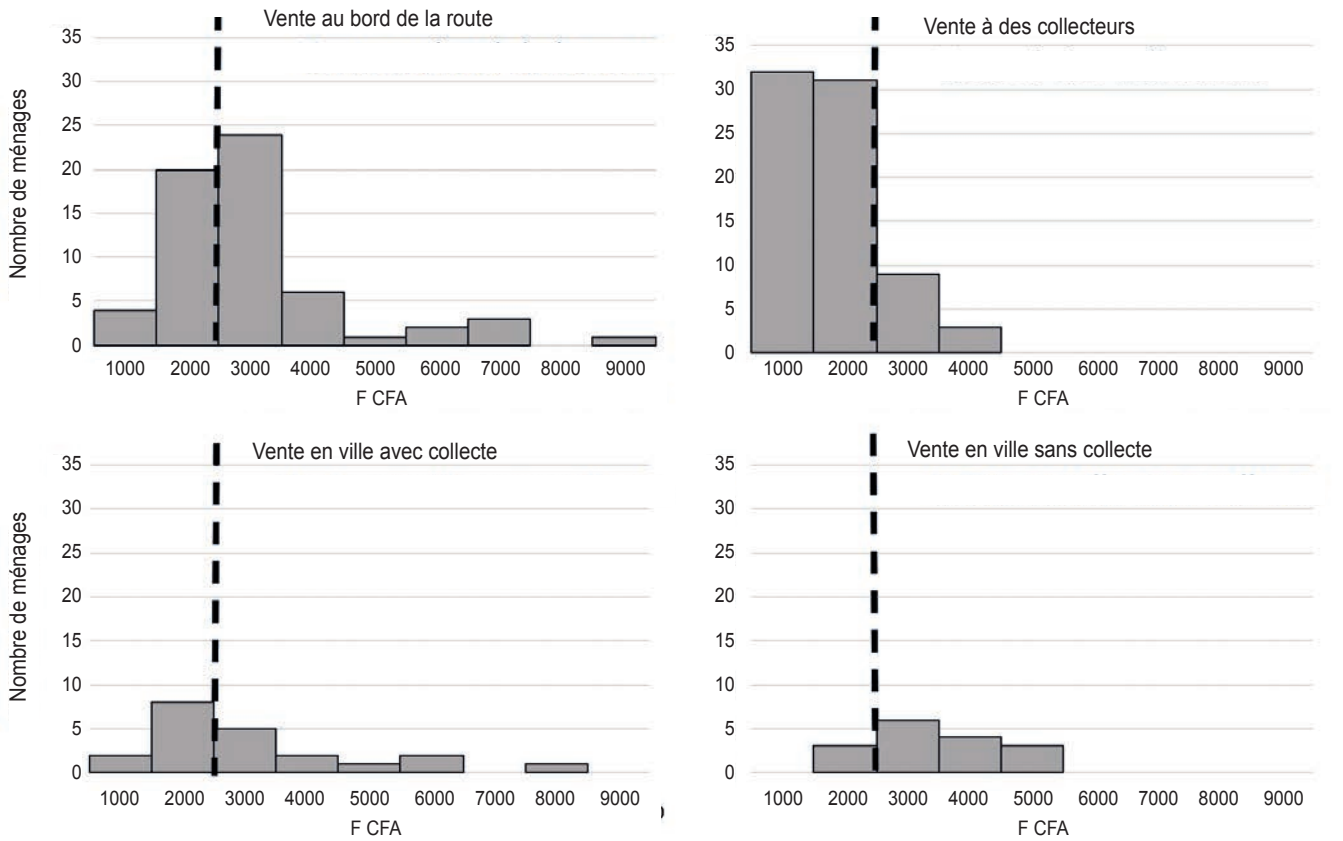


Figure 4 : Marge Brute journalière par équivalent adulte selon les 4 modalités de mise en marché (trait noir pointillé : valeur seuil de 2 000 FCFA correspondant au salaire minimum journalier) /// Daily gross margin per adult equivalent according to the 4 marketing methods (dotted black line: threshold value of 20 00 FCFA corresponding to the minimum daily wage)

de 2 000 FCFA/jour équivalant ainsi à des recettes cumulées de 480 000 FCFA par famille sur l'année. En saison de pluie, les ventes peuvent continuer, mais elles sont beaucoup moins fréquentes, en raison de l'éloignement du marché. Par ailleurs, pendant la période de mobilité, l'autoconsommation du lait de chamelle est plus importante.

■ DISCUSSION

Grâce à ses capacités d'adaptation, le dromadaire est un animal qui peut faire face à des écosystèmes contraignants. Ainsi, un regain d'intérêt se manifeste autour de son élevage dans les zones périurbaines des pays du sud à travers la valorisation de son lait pour répondre aux besoins d'une population de plus en plus urbanisée exigeante en termes de qualité et lui accordant des vertus diététiques ou quasi médicinales (Faye et al., 2014). Au Tchad, les changements globaux ont favorisé l'essor de l'élevage camelin autour de la ville de N'Djamena pour intégrer les circuits marchands de vente du lait. C'est un système qui s'appuie sur une sédentarisation partielle, selon les opportunités commerciales. La vente de lait est globalement aux mains des femmes selon les 4 modalités de mise en marché. Cependant, la vente de lait en ville nécessite beaucoup de temps. Généralement, quand les femmes quittent le matin avec les moyens de transport en commun spéciaux, elles ne rentrent que tard le soir. Ainsi ce type de modalité de vente de lait est pratiqué essentiellement par des femmes âgées ou veuves qui n'ont ni petits enfants ni charges ménagères.

L'organisation de la mobilité des troupeaux et des ménages

Les chameliers présents autour de la ville de N'Djamena ont adopté diverses stratégies contre les risques climatiques, sanitaires ou socio-politiques en faisant recours à la mobilité des troupeaux (transhumance ou nomadisme) pour mieux tirer parti des espaces, des pâturages et des marchés. La transhumance est définie par Brémaud (1955) comme « *un ensemble de mouvements saisonniers, de rythme pendulaire et de caractère cyclique, intéressant la totalité de la masse pastorale qui l'effectue à l'intérieur des pâturages coutumiers* ». Par ailleurs, selon Bernus et Centlivres-Demont (1982) « *la transhumance est une conduite périodique des troupeaux sur des pâturages saisonniers par un berger à partir d'une implantation permanente* ». Elle se construit autour de deux éléments stratégiques qui garantissent leur reproduction dans des milieux où les aléas sont fréquents. Il s'agit d'abord de l'ancrage autour d'un point fixe jouant le rôle de terroir d'attache souvent constitué d'un puisard, d'une mare permanente ou d'un puits cimenté sur lesquels des droits fonciers sont acquis progressivement avec l'ancienneté ; ensuite d'un vaste espace pastoral accessible par la mobilité (Bonnet, 2013). Le nomadisme, quant à lui « *a souvent été défini comme l'exploitation d'un espace aux ressources précaires, variables et dispersées dans des zones complémentaires. Il implique la mobilité totale d'un groupe humain, grâce à un habitat transportable ou suffisamment sommaire pour être reconstruit à chaque déplacement, ou en raison de l'inexistence de tout habitat* ». La mobilité des chameliers dans la zone au pourtour de N'Djamena combine ces deux types de mobilité, en l'occurrence la transhumance et le nomadisme. Elle est construite autour de trois zones agro-écologiques tantôt avec l'ensemble de la famille et des troupeaux et tantôt avec une partie de la famille et troupeau. Alors que chez les chameliers de la zone d'Agadez au Niger, la plupart pratiquaient une mobilité régulière avec l'ensemble de troupeaux autour de deux zones et pour d'autres de façon irrégulière et avec une certaine catégorie de troupeau, en général des chameaux non suitées et des mâles. Les chameaux en lactation sont gardés en périphérie (Chaibou et Faye, 2005). Par contre chez les chameliers de Nouakchott en Mauritanie, les chameaux en lactation sont sédentarisés en permanence dans les périphéries de la ville

(Faye, 2019). Le maintien permanent des chameaux en lactation dans les périphéries des villes peut s'expliquer par le fait que les zones d'Agadez et de Nouakchott sont des zones non agricoles (moins de concurrence sur les terres) et que les précipitations sont très faibles, respectivement autour de 110 mm et 160 mm par an avec absence des glossines, vectrices des trypanosomes. Cette dernière est une maladie parasitaire très active dans la zone périurbaine de N'Djamena surtout pendant la saison pluvieuse. Elle se transmet à travers trois familles d'insectes (*Glossinidae*, *Stomoxysinae* et *Tabanidae*) entraînant des amaigrissements, fièvres, poils piqués, présence ou non d'hypertrophie ganglionnaire chez les animaux (Mallaye et al., 2014).

La performance de production laitière

Une chamelle produit plus de lait pendant une période plus longue que tout autre animal laitier détenu sous les mêmes conditions (Farah et al., 2007). Selon Simenew et al. (2013), la durée de lactation est en moyenne de 365 jours dans la plupart des cas, mais elle peut aller au-delà si les conditions alimentaires sont bonnes et si la demande de lait par les propriétaires augmente. Nos résultats obtenus dans la zone périurbaine de N'Djamena montrent qu'une chamelle produit en moyenne 3,36 litres de lait par jour, avec une durée de lactation en moyenne de 377 jours (360 à 720 jours), soit 1 270 litres de lait en moyenne. Cette quantité est dans la fourchette de celle obtenue par Traoré et al. (2014) à Ansongo au Mali soit 2 à 6 litres par jour. Cependant, elle est inférieure à celle de Gebremichael et al. (2019) en Éthiopie en zone pastorale d'Afar avec une production moyenne de 4,2 litres de lait par jour. Au Pakistan, une chamelle bien nourrie peut produire jusqu'à 15 à 20 litres de lait par jour, avec une durée de lactation de 270 à 540 jours tandis que la production laitière totale varie de 1 300 à 4 200 litres (Faraz et al., 2013). Al-Saiady et al. (2012), en Arabie Saoudite, ont observé des productions laitières de l'ordre de 6,32 à 8,32 kg/jour suite à des régimes très riches en énergie. Au contraire, Laameche et al. (2021) ont obtenu des résultats contradictoires, montrant que le régime avec une proportion importante de fourrage grossier a un effet positif sur la production laitière au contraire des régimes alimentaires à haute teneur en énergie ou en protéines. Globalement, la production laitière varie en fonction de la génétique, des conditions environnementales et de la gestion de l'alimentation (Musaad et al., 2013).

La complémentarité lait de chamelle – lait de vache

Dans la zone d'étude, le lait de vache est disponible toute l'année, mais surtout pendant la saison pluvieuse. En saison sèche, en raison de la faible disponibilité fourragère, les vaches en lactation sont moins productives, ou tarées (Koussou, 2008). Ainsi, le lait de chamelle se substitue partiellement au lait de vache pendant la période où les chameaux sont de retour en zone périurbaine de N'Djamena. D'ailleurs, le lait de chamelle est très apprécié par les populations en provenance du nord et du centre du Tchad. L'année de nos enquêtes, le prix d'un litre de lait de chamelle en saison sèche était proche de celui de lait de vache.

Les pratiques de complémentation

La complémentation varie en fonction de la répartition géographique des éleveurs camelins autour de N'Djamena. Les grands chameliers privilégient les campements un peu éloignés de la ville pour profiter des pâturages des grands espaces pastoraux et satisfaire les besoins alimentaires de leurs animaux. Ils ne pratiquent la complémentation que pendant la période de soudure. L'approvisionnement en complément alimentaire se fait souvent auprès des moulins artisanaux d'huile d'arachide ou aux marchés hebdomadaires des villages environnants. En revanche, les moyens et petits éleveurs qui campent à proximité de la ville pour vendre le lait sur place directement aux consommateurs ont recours aux compléments d'aliments concentrés pendant toute la

période de leur campement, afin d'améliorer la production laitière des chamelles suite aux manques des pâturages. L'approvisionnement en complément alimentaire se fait auprès des marchés de N'Djamena. Néanmoins, en période de soudure, le prix d'un kilogramme d'aliment bétail augmente en raison de la forte demande. En Mauritanie, Biya et al. (2021), rapporte que dans la province du sud et une partie du centre, les éleveurs pratiquaient la complémentation avec du blé, riz, son, maïs, tourteau, etc., pour améliorer la production du lait.

Disponibilité en lait

Au Tchad, la disponibilité moyenne en lait toutes espèces confondues est supérieure à 40 litres de lait EqLait par habitant et par an (Corniaux et Duteurtre, 2018). D'après nos estimations, la consommation individuelle de lait de chamelle au niveau de la population de N'Djamena pourrait ainsi représenter 13 % de la consommation totale, ce qui représente un apport non négligeable et montre bien la contribution de ces élevages camelins à la sécurité alimentaire des populations urbaines.

Le lait de chamelle a été longtemps limité à l'autoconsommation au niveau du ménage ou offert à l'hôte (Faye, 2019). Cependant, aujourd'hui, comme il a été souligné par Anderson et al. (2012), dans le nord du Kenya, le lait de chamelle commence à se libérer de cette sphère purement domestique pour devenir une denrée essentielle reliant les éleveurs à un certain nombre d'autres provinces en plein essor. La demande de lait de chamelle augmente progressivement en raison de l'intérêt croissant de la population urbaine attribuant l'idée que ce produit présente des effets bénéfiques pour la santé.

Le lait de chamelle joue un rôle important par sa contribution à la sécurité alimentaire et à la croissance économique rurale dans les zones pastorales et agropastorales (Seifu, 2023). Il possède de nombreuses caractéristiques nutritionnelles et thérapeutiques qui peuvent améliorer le bien-être général des enfants (Zibae et al., 2015).

La filière lait de chamelle en zone périurbaine de N'Djamena renferme de grandes potentialités en matière de lutte contre la pauvreté et de sécurisation de revenus des ménages. Son développement nécessite l'implication des éleveurs mais aussi des acteurs institutionnels et de l'État. Il est important de sensibiliser et d'encourager les éleveurs à l'intensification en donnant priorité à l'apport d'aliments concentrés en complément à des ressources ligneuses qui se raréfient de plus en plus du fait de la croissance démographique des troupeaux et de l'emprise foncière croissante qui menacent leur présence en zone périurbaine de N'Djamena. Il serait également important d'élaborer des règles de gestion concertée des espaces agro-sylvo-pastoraux à l'échelle de la zone périurbaine de N'Djamena et de mettre en place des cadres de concertation appropriés pour le suivi de leur mise en œuvre. Du fait de la mobilité en saison pluvieuse, il serait intéressant de créer des centres de collecte de lait alimentés à l'énergie solaire dans les zones de transhumance au nord pour pouvoir ravitailler la ville de N'Djamena en lait de chamelle durant toute l'année. Enfin, une autre piste serait d'envisager des procédés de conservation ou transformation (lait pasteurisé, lait fermenté et du fromage) pour proposer des produits de meilleure qualité hygiénique aux consommateurs urbains permettant une meilleure valeur ajoutée au produit.

■ CONCLUSION

L'étude conduite en zone périurbaine de N'Djamena souligne que la vente de lait de chamelle, autrefois considérée par de nombreux éleveurs comme un tabou social, représente aujourd'hui un moyen de sécurisation aux groupes des pasteurs chameliers arabes installés depuis la fin des années 1980. Le lait constitue ainsi non seulement un produit pour l'autoconsommation, mais aussi une source de revenus pour beaucoup des ménages pastoraux particulièrement en saison

sèche. Il peut aider à améliorer les moyens de subsistance des éleveurs et par conséquent à renforcer leur résilience face aux aléas climatiques. Le lait de chamelle peut jouer un rôle de sécurité alimentaire et nutritionnelle à la population de la ville de N'Djamena.

Cependant, en dépit de son importance socio-économique, l'élevage des dromadaires autour de la ville de N'Djamena est confronté à plusieurs contraintes qui menacent sa survie. Il s'agit surtout de la question foncière qui ne fait que s'aggraver avec l'emprise urbaine et les défrichements culturels exerçant une pression croissante sur l'espace au détriment des zones traditionnellement utilisées par les éleveurs.

Ainsi, pour une meilleure pérennisation des activités, les éleveurs chameliers doivent nécessairement modifier leurs pratiques afin de s'adapter aux changements globaux en cours. En perspectives, d'autres études de recherches s'avèrent nécessaires pour comprendre les trajectoires des éleveurs chameliers face aux mutations environnementales, socio-économiques, foncières et démographiques mais aussi des études sur les performances démographiques des troupeaux camelins par rapport à leur nouveau biotope caractérisé par un climat sahélo-soudanien.

Remerciements

Les auteurs adressent leurs remerciements au projet ACCEPT financé par le fonds DESIRA de l'Union européenne, à l'Ambassade de France au Tchad et à la FAO d'avoir financé cette étude. Ils tiennent aussi à remercier vivement la franche collaboration des éleveurs lors des entretiens.

Conflits d'intérêts

L'étude a été réalisée sans conflit d'intérêts.

Déclaration des contributions des auteurs

MAMA a recueilli les données et rédigé la première version du manuscrit. MAMA, CHM et GD ont analysé les données. MAMA, CHM, GD et MOK ont participé à la réécriture du manuscrit et autorisé la soumission de la version finale en vue de sa publication.

REFERENCES

- Al-Saiady M.Y., Mogawer H.H., Faye B., Al-Mutairi S.E., Bengoumi M., Musaad A., Gar-Elnaby A., 2012. Some factors affecting dairy she-camel performance. *Emirates J. Food Agric.*, **24** (1): 85-91, http://agritrop.cirad.fr/563170/1/document_563170.pdf (consulté le 9 oct. 2023)
- Anderson D.M., Elliott H., Kochore H.H., Lochery E., 2010. Camel milk, capital, and gender: the changing dynamics of pastoralist dairy markets in Kenya. In: 2011 Camel Conference School of Oriental and African Studies (SOAS). University of London, London, UK, 19-34, <https://www.celep.info/wp-content/uploads/2016/03/Camel-milk-capital-and-gender-Kenya.pdf> (consulté le 9 oct. 2023)
- Anderson D.M., Elliott H., Kochore H.H., Lochery E., 2012. Camel herders, middlewomen, and urban milk bars: the commodification of camel milk in Kenya. *J. East. Afric. Stud.*, **6** (3): 383-404, doi: 10.1080/17531055.2012.696886
- Bassett T.J., Turner M.D., 2007. Sudden shift or migratory drift? FulBe herd movements to the Sudano-Guinean Region of West Africa. *Hum. Ecol.*, **35** (1): 33-49, doi: 10.1007/s10745-006-9067-4
- Bernus E., Centlivres-Demont M., 1982. Le nomadisme. *Encyclopaedia universalis: supplément* **9**: 107-122, https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_5/b_fdi_02-03/02210.pdf
- Biya M.B., Chrif Ahmed M.S., Dieye C.Y., Diop A.K.M., Mohamed R.B., Salem A., Sidatt M., et al., 2021. Typologie descriptive des systèmes d'élevage camelin en Mauritanie. *Livest. Res. Rural Dev.*, **33** (3): 18 p., <http://www.lrrd.org/lrrd33/3/bjaye3344.html> (consulté le 9 oct. 2023)
- Bonnet B., 2013. Vulnérabilité pastorale et politiques publiques de sécurisation de la mobilité pastorale au Sahel. *Mondes dév.*, **164** (4): 71-91, doi: 10.3917/med.164.0071

- Brémaud O., 1955. Nomadisme et transhumance en Afrique subsaharienne: les mouvements pastoraux dans les parcours extrême-orientaux du Soudan. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **8** (4): 327-355, doi: 10.19182/remvt.6952
- Chaibou M., 2005. Productivité zootechnique du désert : le cas du bassin laitier d'Agadez au Niger. Thèse Doct., Université de Montpellier II, Montpellier, France, 310 p.
- Chaibou M., Faye B., 2005. Fonctionnement des élevages camélins de la zone périurbaine d'Agadez au Niger : enquête typologique. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **58** (4): 273-283, doi: 10.19182/remvt.9922
- Corniaux C., Duteurtre G., 2018. Étude relative à la formulation d'un programme provincial de promotion des chaînes de valeur lait local au sein de la CEDEAO, de la Mauritanie et du Tchad. Rapport provisoire, Étude réalisée par le CIRAD pour le compte du Hub Rural, Dakar, Sénégal, 105 p. + annexes
- Dongmo A.L., Djamen P., Vall É., Mian-Oudanang K., Coulibaly D., Lossouarn J., 2012. Du nomadisme à la sédentarisation. L'élevage d'Afrique de l'Ouest et du Centre en quête d'innovation et de durabilité. *Rev. d'ethnoécologie*, **1**: 1-19, doi: 10.4000/ethnoecologie.779
- Duteurtre G., 2007. Commerce et développement de l'élevage laitier en Afrique de l'Ouest : une synthèse. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **60** (1-4): 209-223, doi: 10.19182/remvt.9972
- Farah Z., Mollet M., Younan M., Dahir R., 2007. Camel dairy in Somalia: Limiting factors and development potential. *Livest. Sci.*, **110** (1-2): 187-191, doi: 10.1016/j.livsci.2006.12.010
- Faraz A., Mustafa M.I., Lateef M., Yaqoob M., Muhammad Y., 2013. Production potential of camel and its prospects in Pakistan. *Punjab Univ. J. Zool.*, **28** (2): 89-95, <http://pu.edu.pk/images/journal/zology/PDF-FILES/6-PUJZ-13-2-2802110514-Production%20potential%20of%20camel%20and%20its%20%20prospects%20in%20%20Pakistan.pdf> (consulté le 9 oct. 2023)
- Faye B., 2014. The Camel Today: Assets and Potentials. *Anthropozoologica*, **49** (2): 167-176, doi: 10.5252/az2014n2a01
- Faye B., 2019. La marchandisation du lait de chamelle « Périurbanisation » de l'élevage camelin : quel modèle de développement ? In: 3^{es} Rencontres internationales sur le lait, vecteur de développement, Dakar, Sénégal, 12-13 juin 2019, <http://agritrop.cirad.fr/593803/1/ID593803.pdf> (consulté le 9 oct. 2023)
- Faye B., Jaouad M., El Bhrawy K., Senoussi A., Bengoumi M., 2014. Élevage camelin en Afrique du Nord : état des lieux et perspectives. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **67** (4): 213-221, doi: 10.19182/remvt.20563
- Gebremichael B., Girmay S., Gebru M., 2019. Camel milk production and marketing: Pastoral areas of Afar, Ethiopia. *Pastoralism*, **9** (16): 11 p., doi: 10.1186/s13570-019-0147-7
- Gonin A., 2017. « La terre est finie ! » Quel avenir pour le pastoralisme en Afrique de l'Ouest ? *Métropolitiques*, 18 septembre 2017, <http://www.metropolitiques.eu/La-terre-est-finie-Quel-avenir.html>
- Konuspayeva G., Faye B., 2021. Recent advances in camel milk processing. *Animals*, **11** (1045): 11 p., doi: 10.3390/ani11041045
- Koussou M.O., 2008. Dynamique des changements dans le secteur de l'élevage au Tchad : le cas de la filière lait de N'Djaména. Thèse Doct., Agro-ParisTech, Paris, France, 240 p.
- Kräti S., Huelsebusch C., Brooks S., Kaufmann B., 2013. Pastoralism: A critical asset for food security under global climate change. *Anim. Front.*, **3** (1): 42-50, doi: 10.2527/af.2013-0007
- Laameche F., Chehma A., Faye B., 2021. Effect of diet supply on milk production and weight performances of she-camels. *Trop. Anim. Health Prod.*, **53** (5): 464, doi: 10.1007/s11250-021-02919-5
- Landais É., 1996. Typologies d'exploitations agricoles. Nouvelles questions, nouvelles méthodes. *Econ. rural.*, **236** (1): 3-15, doi: 10.3406/ecoru.1996.4819
- Leal Filho W., Taddese H., Balehegn M., Nzengya D., Debela N., Abayineh A., Mworzi E., et al., 2020. Introducing experiences from African pastoralist communities to cope with climate change risks, hazards and extremes: Fostering poverty reduction. *Int. J. Disaster Risk Reduct.*, **50**: 101738, doi: 10.1016/j.ijdrr.2020.101738
- Mallaye P., Tongué Kohagne L., Ndeledje N., Louis F.J., Hassane Mahamat H., 2014. Transmission concomitante de trypanosomose humaine et animale : le foyer de Mandoul au Tchad. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **67** (1): 5-12, doi: 10.19182/remvt.10154
- Musaad A., Faye B., Nikhela A.A., 2013. Lactation curves of dairy camels in an intensive system. *Trop. Anim. Health Prod.*, **45** (4): 1039-1046, doi: 10.1007/s11250-012-0331-x
- Noor I.M., Guliyev A.Y., Tariq M., Bebe B.O., 2013. Assessment of camel and camel milk marketing practices in an emerging peri-urban production system in Isiolo County, Kenya. *Pastoralism*, **3** (28): 8 p., doi: 10.1186/2041-7136-3-28
- Nori M., 2021. The evolving interface between pastoralism and uncertainty: reflecting on cases from three continents. Robert Schuman Centre for Advanced Studies Research Paper No. RSCAS 2021/16, doi: 10.2139/ssrn.3804722
- Nori M., Scoones I., 2019. Pastoralism, uncertainty and resilience: global lessons from the margins. *Pastoralism: research. Polic. Pract.*, **9** (10): 7 p., doi: 10.1186/s13570-019-0146-8
- Rahimi J., Fillol E., Mutua J.Y., Cinardi G., Robinson T.P., Notenbaert A.M.O., Ericksen P.J., et al., 2022. A shift from cattle to camel and goat farming can sustain milk production with lower inputs and emissions in north sub-Saharan Africa's drylands. *Nat. Food*, **3** (7): 523-531, doi: 10.1038/s43016-022-00543-6
- Schmidt M., Pearson O., 2016. Pastoral livelihoods under pressure: Ecological, political and socioeconomic transitions in Afar (Ethiopia). *J. Arid Environ.*, **124** (1): 22-30, doi: 10.1016/j.jaridenv.2015.07.003
- Seifu E., 2023. Camel milk products: innovations, limitations and opportunities. *Food Prod., Process. Nutr.*, **5** (15): 20 p., doi: 10.1186/s43014-023-00130-7
- Simenew K., Dejen T., Tesfaye S., Fedaku R., Tesfu K., Fufa D., 2013. Characterization of camel production system in Afar pastoralists, North East Ethiopia. *Asian J. Agric. Sci.*, **5** (2): 16-24, doi: 10.19026/ajas.5.2579
- Thebaud B., 2017. Résiliences pastorales et agropastorales au Sahel. Portraits de la transhumance 2014-2015 et 2015-2016 (Sénégal, Mauritanie, Mali, Burkina Faso, Niger). *Nordic Consulting Group/ISRA-BAM/Cirad Dakar*, 50 p., http://www.inter-reseaux.org/IMG/pdf/afl_etude_resilience_juin2017_abregéfr.pdf (consulté le 9 oct. 2023)
- Traoré B., Moula N., Toure A., Ouologuem B., Leroy P., Antoine-Mousiaux N., 2014. Characterisation of camel breeding practices in the Ansongo Region, Mali. *Trop. Anim. Health Prod.*, **46** (7): 1303-1312, doi: 10.1007/s11250-014-0644-z
- Worgue Y.L., 2012. Rapport de collecte des données nationales – Tchad. UNEP-WCMC technical report (Rapport technique), 38 p.
- Zakinet D., 2020. Chapitre 5. Les adaptations des éleveurs transhumants aux insécurités : la trajectoire des Arabes du Batha (Tchad) depuis 1966. In: Conflits et violences dans le bassin du lac Tchad : Actes du XVII^e colloque Méga-Tchad, Synthèses (Eds. Baroin C., Chauvin E., Langlois O., Seignobos C.). IRD Éditions, Marseille, France, 109-120, doi: 10.4000/books.irde-ditions.38307
- Zibae S., Hosseini S.M. al-reza, Yousefi M., Taghipour A., Kiani M.A., Noras M.R., 2015. Nutritional and therapeutic characteristics of camel milk in children: a systematic review. *Electron. Physician*, **7** (7): 1523-1528, doi: 10.19082/1523

Summary

Mahamat Ahmat M.A., Moulin C.H., Koussou M.O., Duteurtre G.
Milk as a factor in securing the livelihoods of camel breeders in the peri-urban area of N'Djamena in Chad

The climatic conditions, accentuated by the political instability of the 70s and 80s, have upset the trajectories of pastoral households. The latter left their home area in Batha to settle around N'Djamena. During this migration, they profoundly transformed their livestock production systems. The goal of this study is to show how camel breeding has been a lever for these transformations and has enabled the resilience of these pastoral households. This work consisted of a survey conducted in 2018 among 173 households, randomly selected in the 27 camel pastoralists camps around N'Djamena, i.e. 10 % of the households of these households have specialized in dairy camel breeding, whose mobility is organized around three agro-ecological zones. In the dry season, the herds are split in two. The household keeps the lactating females around N'Djamena for milk sale as a young adult drives the rest of the animals to the south. In the rainy season, the household and the whole herd go north. The sale of camel milk was once considered a social taboo. Today, it represents a strategy for providing security to pastoral households, with four modes of marketing. These are sales to collectors (43 %), sales near the tarmac (35 %), sales in town with collect (12 %) and sales in town without collect (9 %). Milk remains a commodity for self-consumption (3,5 liters per day and per household). It is also a major source of monetary income as more than 45 % of households surveyed generate a gross milk margin (GMM) per worker greater than or equal to the guaranteed interprofessional minimum wage (SMIG) which is around 2,000 FCFA per day.

Keywords: Camelids, camel milk, dairy value chains, farm income, Chad

Resumen

Mahamat Ahmat M.A., Moulin C.H., Koussou M.O., Duteurtre G.
La leche como factor de estabilización para los camelleros de la zona periurbana de Yamena (Chad)

Las condiciones climáticas, acentuadas por la inestabilidad política de los años 70–80, transformaron las trayectorias de los hogares pastorales. Dejaron su región originaria, Batha, para instalarse en la zona periurbana de Yamena. Durante la migración, transformaron profundamente sus sistemas de ganadería. El objetivo de este estudio es mostrar cómo la cría del dromedario fue un resorte para estas transformaciones y permitió la resiliencia de las familias de pastores. El trabajo consistió en una encuesta realizada en 2018 a 173 hogares de pastores camelleros, distribuidos en 27 campamentos alrededor de Yamena, es decir, al 10 % de los hogares de estos campamentos. Estas familias están especializadas en la cría de camellos para leche, y su movilidad se organiza alrededor de tres zonas agroecológicas. Durante la estación seca los rebaños se dividen en dos. Las hembras en lactancia permanecen alrededor de Yamena para la venta de la leche, y el resto del rebaño se envía hacia una zona pastoral del sur con un adulto joven. En cambio, durante la estación de lluvias el conjunto del rebaño remonta hacia el norte con todos los miembros del hogar. La venta de leche de camella, que antaño era considerada como un tabú social, representa actualmente un recurso para la estabilidad económica de estos hogares de pastores, y cuenta con cuatro modalidades de comercialización. Se trata de la venta a los distribuidores de leche (43 %), la venta al borde de la carretera (35 %), la venta en la ciudad con recogida de leche (12 %) y la venta en la ciudad sin recogida de leche (9 %). El autoconsumo de leche también es importante (3,5 litros al día por hogar). La leche es además una fuente importante de ingresos: más del 45 % de los hogares obtiene un margen de beneficio bruto de leche (MBL) por activo superior o igual al salario mínimo interprofesional garantizado (SMIG), que es del orden de 2 000 francos CFA al día.

Palabras clave: Camélidos, leche de camella, cadenas de valor de la leche, renta de la explotación, Chad

Perceptions paysannes de la dynamique des parcours naturels et stratégies d'adaptation dans la vallée du Mandoul au Tchad

Terei Massa Mabilo ^{1,2} Ali Brahim Bechir ³ Adi Mama ¹
Koussou Mian Oundanang ⁴ Sedjro Antoine Tranquillin
Affossogbe ⁵ Luc Hippolyte Dossa ^{1*}

Mots-clés

Terre de pâturage, perception du changement climatique, pastoralisme, capacité d'adaptation, Tchad

© T.M. Mabilo et al., 2024



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Submitted: 29 May 2024

Accepted: 07 November 2024

Online: 31 December 2024

DOI: 10.19182/remvt.37475

Résumé

Contexte : Dans les pays sahéliens, depuis plus de trois décennies, l'activité pastorale est soumise à des contraintes climatiques et démographiques engendrant une forte dégradation de l'écosystème. **Objectif** : La présente étude a eu pour objectifs de cerner les perceptions par les éleveurs de la vallée du Mandoul au Tchad des changements climatiques et de leurs incidences sur les pâturages, et de comprendre les stratégies d'adaptation de ces éleveurs. **Méthodes** : Cette analyse s'est appuyée sur le diagnostic agropastoral. Au total, 205 personnes appartenant à différents groupes d'éleveurs ont été sélectionnés pour cette étude. Cependant, 180 éleveurs ont effectivement participé aux groupes de discussion (*focus groups*) et 34 autres ont fait objet d'entretiens individuels basés sur un questionnaire préétabli. **Résultats** : Les résultats ont montré que tous les éleveurs enquêtés perçoivent les changements climatiques à travers la répartition inégale des pluies (88,3 %), une hausse de température (50,5 %) et une plus grande fréquence des vents violents accompagnés de poussières (78,9 %). Ils ont tous déclaré que plusieurs espèces fourragères ont disparu au cours des dix dernières années et que d'autres sont menacées ou en voie de disparition. Ils ont également mentionné l'apparition d'espèces envahissantes de faible valeur pastorale et non appréciées par les animaux. Dans ce contexte de vulnérabilité accrue, les stratégies développées par les éleveurs pour leur survie reposent sur la mobilité des troupeaux, la diversification des activités génératrices de revenus et le stockage des résidus de culture pour l'alimentation des animaux pendant la saison sèche. Cependant, selon les éleveurs, ces stratégies ne répondent pas à toutes leurs attentes et montrent des limites, surtout en matière de durabilité. **Conclusions** : Cette étude fait ressortir la nécessité de la mise en place de stratégies adéquates pour une gestion durable des ressources pastorales dans le Mandoul afin d'assurer la pérennité des espèces végétales tout en soutenant les moyens de subsistance des communautés d'éleveurs.

■ Comment citer cet article : Mabilo T.M., Bechir A.B., Mama A., Oundanang K.M., Affossogbe S.A.T., Dossa L.H., 2024. Perceptions paysannes de la dynamique des parcours naturels et stratégies d'adaptation dans la vallée du Mandoul au Tchad. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 77: 37475, doi: 10.19182/remvt.37475

■ INTRODUCTION

Le secteur de l'élevage occupe au Tchad, comme dans les autres pays sahéliens, une place essentielle dans l'économie nationale. Il mobilise 40 % de la population active et fait vivre plus de 70 % de la population rurale en procurant une source de revenus à la frange la plus défavorisée, contribuant de ce fait à la lutte contre la pauvreté (PNDE 2, 2017). Il constitue souvent le seul moyen d'épargne et de capitalisation, participant ainsi de façon substantielle à la sécurité alimentaire (Béchir, 2010). Le cheptel tchadien était estimé en 2015 à 93,8 millions d'unités de bétail et 34,6 millions de têtes de volaille (MEPA, 2015). Quatre-vingt pour cent de ce cheptel est conduit selon un

1. Laboratoire des sciences animales, Faculté des Sciences agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin

2. Projet d'appui au développement des industries animales, N'Djamena, Tchad

3. Programme de renforcement de l'élevage pastoral au Batha N'Djamena, Tchad

4. Institut de recherche en élevage pour le développement, N'Djamena, Tchad

5. Laboratoire de biomathématique et d'estimations forestières, Abomey-Calavi, Bénin

* Auteur pour la correspondance

Tél. +229167173511 ; Email : dolhip@yahoo.com

système d'élevage extensif et son alimentation dépend exclusivement des pâturages naturels. Ces derniers représentent, avec les espaces de parcours, 84 millions d'hectares, soit 65 % de la superficie totale du pays (PNDE 2, 2017). Cependant, depuis plus de trois décennies, l'activité pastorale est soumise à des contraintes climatiques et démographiques engendrant une forte dégradation des paysages naturels (Touré et al., 2017). L'élevage, traditionnellement concentré dans la zone sahélienne, se replie de plus en plus vers le sud du pays, plus particulièrement dans la zone soudanienne, zone longtemps considérée comme favorable au développement des glossines. Ces mouches vectrices de la trypanosomose sont néfastes aux activités pastorales. Il s'ensuit une sédentarisation progressive des éleveurs arabes et peuls, venant pour les uns du nord du pays, pour les autres de l'ouest et du sud, à la recherche de conditions pastorales satisfaisantes, notamment en termes de pâturages, d'eau et de marchés (Reounodji et al., 2003).

La surface des habitations et des terres agricoles a progressivement augmenté au détriment de celle des espaces de parcours naturels dévolus à l'élevage. Le surpâturage dû au maintien et à la concentration trop prolongée des troupeaux sur les aires de pâture a engendré une dégradation visible des pâturages (Marty et al., 2010). À cela s'ajoute la modification des régimes de précipitations qui, depuis une trentaine d'années, a considérablement perturbé les conditions climatiques et écologiques, notamment le déplacement des isohyètes relatives à la pluviométrie annuelle vers le sud (Niel et al., 2005) au Sahel et a affecté la zone soudanienne, en particulier la province du Mandoul (Médard et Ozias, 2007).

Cette dynamique a engendré la dégradation de l'espace pastoral, provoquant la disparition de plusieurs espèces fourragères herbacées et arborées, une dominance des espèces herbacées indicatrices de la dégradation, ainsi que l'apparition d'espèces envahissantes non appréciées par les animaux (Terei, 2021). Ceci a inéluctablement conduit à des conflits autour de l'utilisation des ressources pastorales. En effet, les relations entre les communautés d'agriculteurs et d'éleveurs, précédemment marquées par un certain équilibre reposant sur la complémentarité, sont désormais devenues conflictuelles et concurrentielles au sujet de la gestion des ressources naturelles et de l'espace, dégénérant parfois en affrontements sanglants et meurtriers (Marty et al., 2010). Face à cette situation, les communautés pastorales adoptent diverses stratégies pour assurer leur survie.

L'objectif de la présente étude était d'appréhender la perception par les éleveurs de la vallée du Mandoul des changements climatiques et de leurs incidences sur les pâturages, et de comprendre les stratégies d'adaptation de ces éleveurs.

■ MATERIEL ET METHODES

Zone d'étude

L'étude a été menée dans onze villages, et six campements d'éleveurs (férickes) répartis dans les communes de Koumra, Bessada et Bedaya situées dans le département du Mandoul Oriental en zone soudanienne du Tchad (figure 1).

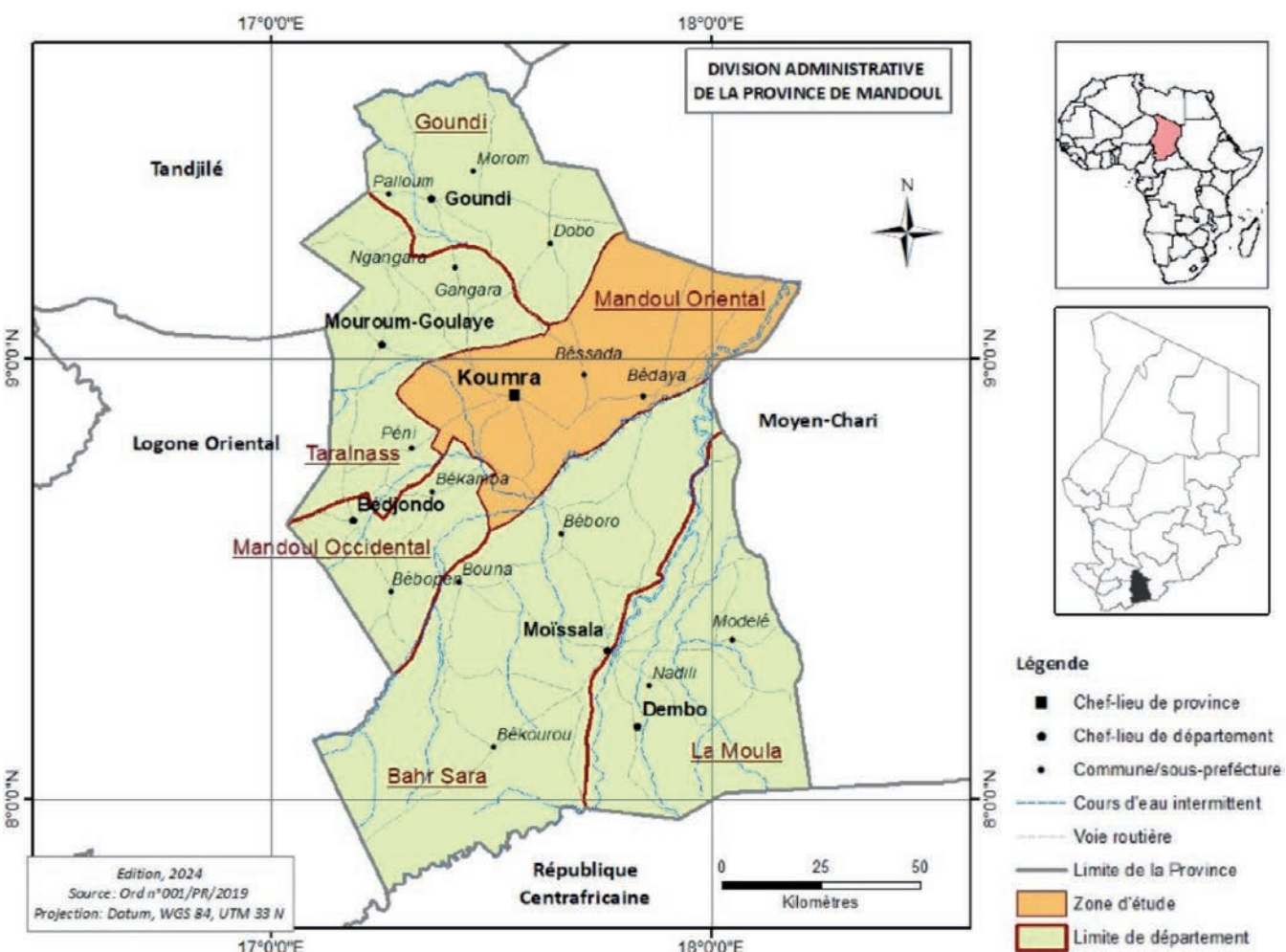


Figure 1 : Localisation des communes de Koumra, Bessada et Bedaya dans la vallée du Mandoul au Tchad /// Location of the communes of Koumra, Bessada and Bedaya in the Mandoul Valley, Chad

La province du Mandoul est située à l'extrême sud du Tchad entre le 8° et le 9° degré de latitude Nord et entre le 17° et le 18° degré de longitude Est. Elle couvre une superficie de 17 727 km². Elle est caractérisée par des vallées bien encaissées et inondables. En effet, les vallées sont constituées de vastes étendues de savane herbeuse régulièrement inondées en période des crues par le fleuve Chari et la rivière Bahr Sara. Les retraits des eaux laissent apparaître des pâturages constitués de graminées (annuelles et vivaces) qui produisent une grande quantité de fourrages très appréciés par les troupeaux transhumants et sédentaires. Cette zone d'étude a été choisie en raison de sa richesse en eau et en pâturages qui fait d'elle une zone d'accueil, de séjour de bétail transhumant, surtout en saison sèche, et de concentration des troupeaux d'agro-éleveurs et d'éleveurs sédentaires pendant toute l'année.

Le climat de la zone est de type tropical, avec une saison sèche de novembre à mars et une saison des pluies de mai à octobre. La période la plus chaude s'étend de février à avril. Les températures maximales varient de 29 à 41 °C et les minimales de 18 à 27 °C. La province du Mandoul reçoit entre 800 à 1 200 mm de pluie par an (PASTOR, 2019). La localisation de la province du Mandoul, à cheval sur les zones soudano-guinéenne et soudano-sahélienne, lui procure un type de végétation et une flore assez diversifiés. Les formations végétales varient des forêts galeries (dans les vallées et en bordure des cours d'eau) aux forêts claires, en passant par les savanes (herbeuses, arbustives, arborées, boisées). L'agriculture, l'élevage et le commerce sont les principales activités économiques de la population locale (PANA-Tchad, 2010).

Matériel

Des fiches d'enquête incorporées dans les tablettes munies du logiciel KoboCollect ont servi de guide d'entretien. Un récepteur GPS de type Garmin eTrex 10 a été utilisé pour les géoréférencements des villages et ferricks (campements d'éleveurs).

Méthodologie

Échantillonnage

L'étude a été menée auprès de 205 éleveurs appartenant aux différents groupes sociolinguistiques existant dans la province du Mandoul (tableau I). Pour mieux comprendre la perception par les éleveurs de la vallée du Mandoul des changements climatiques, de leurs incidences sur les pâturages et des stratégies d'adaptations développées, deux types d'enquête ont été menés. Ils sont décrits ci-après.

Tableau I : Répartition des éleveurs sélectionnés par catégorie et localité dans la province du Mandoul au Tchad /// *Distribution of selected breeders by category and locality in Mandoul province, Chad*

Type d'éleveur	Localités			Total
	Koumra	Bessada	Bédaya	
Agro-éleveurs sédentaires (autochtones)	17	33	24	74
Transhumants arabes (avec famille sédentarisée)	19	38	20	77
Transhumants arabes (avec famille non sédentarisée)	9	7	10	26
Transhumants peuls (sans points d'attache)	10	11	7	28
Total				205

Focus groups

La méthode d'enquête des *focus groups* ou groupes de discussion consiste en des réunions organisées sur la base d'un guide d'entretien préétabli. Ces *focus groups* (17 au total) ont été organisés en tenant compte des différents systèmes d'élevage existants dans la localité. La technique du *focus group* par le questionnement a été utilisée, car non seulement, il permet de connaître le point de vue de chaque participant, mais aussi de recueillir des avis collectifs (Onwuegbuzie et al., 2009). Au total 180 éleveurs sur les 205 sélectionnés ont effectivement pris part aux focus groups. Chaque *focus group* a réuni entre cinq et dix personnes, majoritairement des adultes. Les *focus groups* se sont déroulées autour des préoccupations suivantes : la perception du changement observé concernant la température, la pluviométrie et les vents violents. Les échanges ont également porté sur la dynamique des espèces fourragères constatée et l'évolution des paramètres zootecniques, ainsi que sur les stratégies d'adaptation mises en place.

Chaque *focus group* était suivi d'une visite de terrain, avec les participants ayant fait preuve d'une bonne connaissance des espèces végétales et de leurs noms afin de faciliter les identifications botaniques.

Entretiens individuels

Au début de chaque *focus group*, deux personnes ont été choisies au hasard parmi les participants pour faire l'objet d'entretiens individuels. Au total, 34 éleveurs ont été interrogés sur la base du même guide d'entretien que celui utilisé pour le *focus group*. Ces 34 personnes n'avaient plus participé aux *focus groups*.

Analyse des données

Les données recueillies ont été saisies dans le tableur Excel. Les fréquences ont été calculées à l'aide du logiciel R (R Core Team, 2023).

■ RÉSULTATS

La technique de *focus group* par questionnement a permis de recueillir des réponses individuelles auprès des 180 participants aux *focus groups*. Ces réponses étaient similaires à celles mentionnées par les 34 personnes ayant fait l'objet d'entretiens individuels. Nous avons donc présenté ci-dessous les résultats des *focus groups*.

Perception des éleveurs sur l'évolution des paramètres climatiques

L'ensemble des éleveurs ayant participé aux *focus groups* ont noté une évolution des paramètres climatiques que sont la pluviométrie, la température, et la fréquence des vents. L'ensemble des éleveurs (100 %) ont reconnu qu'il y a 30 ans, la pluviométrie était bien répartie dans le temps et dans l'espace (tableau II). Cela n'a pas été le cas durant ces dix dernières années, au cours desquelles la répartition des pluies a été déclarée très variable et inégalement répartie (50,5 % des éleveurs), inégalement répartie (37,8 % des éleveurs) ou variable (11,7 % des éleveurs). Les éleveurs ont par ailleurs observé que la durée de la saison des pluies a diminué, avec une installation de saison pluvieuse tardive et une fin précoce.

Les températures, quant à elles, ont, selon les éleveurs, connu une hausse ces dix dernières années, avec des amplitudes variables. En effet, il y a 30 ans, la température était moins élevée (67,8 % des répondants) qu'au cours des dix dernières années (tableau II). La moitié des éleveurs (50,5 %) ont perçu au cours de cette période une température élevée et variable, tandis que 28,3 % ont constaté une température moyenne en saison pluvieuse et élevée en saison sèche et seulement 21,1 % une température moyenne et variable.

Le troisième changement observé par les éleveurs est la fréquence des vents accompagnés de poussières. Selon 82,2 % des éleveurs enquêtés, les vents violents accompagnés de poussières étaient moins fréquents et variables il y a 30 ans. En revanche, ils sont devenus plus fréquents et variables ces dix dernières années pour 78,9% des éleveurs enquêtés (tableau II).

Perception des éleveurs sur l'évolution des espèces fourragères

Selon les 180 éleveurs ayant participé aux focus groups, les changements climatiques, ont eu des répercussions sur les espèces fourragères. Ils ont fait mention d'une évolution au niveau de la composition floristique des pâturages, surtout au cours des dix dernières années. Les répondants ont rapporté que de nombreuses espèces fourragères herbacées (tableau III) et arborées (tableau IV) ont disparu ou sont menacées de disparition. Ils ont également mentionné l'apparition d'espèces envahissantes de mauvaise valeur pastorale et non appréciées par les animaux. Selon eux, les principales causes de cette dynamique régressive pour les herbacées sont par ordre d'importance : le surpâturage (59 %), l'extension des cultures (31 %), les feux de végétation (19 %), et la baisse de la pluviométrie (4 %). La principale menace qui pèse sur les arbustes et les arbres est leur coupe abusive consécutive à leur utilisation comme source d'énergie domestique (figure 2).

Évolution des sources d'abreuvement des troupeaux

Selon 68.9 % des 180 participants aux focus groups, les mares et les rivières représentaient les sources d'abreuvement des animaux les plus fréquemment utilisées en saison pluvieuse et en saison sèche respectivement il y a 30 ans (figure 3). Cette pratique a pratiquement

Tableau II : Perception de la variabilité climatique par les éleveurs dans la province du Mandoul au Tchad (n=180, réponses individuelles) /// Herders' perception of climate variability in Mandoul province, Chad (n=180, individual responses)

Variables	Modalités	Proportion de réponses (%)
Répartition spatio-temporelle des pluies il y a 30 ans	Régulière	100
Répartition spatio-temporelle des pluies au cours des 10 dernières années	Très variable et inégale	50,5
	Inégale	37,8
	Variable	11,7
Variation spatio-temporelle des températures il y a 30 ans	Élevée et variable	11,7
	Moins élevée en saison pluvieuse et élevée en saison sèche	20,5
	Moins élevée	67,8
Variation spatio-temporelle des températures au cours des 10 dernières années	Élevée et variable	50,5
	Moyenne en saison pluvieuse et élevée en saison sèche	28,3
	Moyenne et variable	21,11
Fréquence des vents violents il y a 30 ans	Moins fréquents et variables	82,2
	Fréquents et variables	17,8
Fréquence des vents violents au cours des 10 dernières années	Fréquents et variables	78,9
	Moins fréquents et variables	21,1

Tableau III : Perception des éleveurs sur l'évolution des espèces fourragères herbacées au cours des dix dernières années dans la province du Mandoul au Tchad (n=17 focus groups, réponses collectives) /// Herders' perceptions of changes in herbaceous forage species over the past ten years in Mandoul province, Chad (n=17 focus groups, collective responses)

Principales espèces fourragères herbacées disparues	
Annuelles	<i>Rottboellia exaltata</i> , <i>Hyparrhenia rufa</i> , <i>Eleusine indica</i> , <i>Chasmopodium caudatum</i>
Pérennes	<i>Andropogon gayanus</i> , <i>Schizachyrium sanguineum</i> , <i>Sporobolus festinus</i> , <i>Andropogon tectorum</i>
Principales espèces fourragères herbacées menacées de disparition	
Annuelles	<i>Cochlospermum tinctorium</i> , <i>Digitaria sanguinalis</i> , <i>Brachiaria lata</i> , <i>Eragrostis tenella</i> , <i>Pennisetum pedicellatum</i>
Pérennes	<i>Alternanthera sessilis</i> , <i>Cymbopogon giganteus</i> ,
Espèces herbacées envahissantes de mauvaise valeur pastorale et non appréciées par les animaux	
Annuelles	<i>Cassia obtusifolia</i> , <i>Spermacoce radiata</i> , <i>Cassia nigricans</i> , <i>Hybiscus asper</i> , <i>Mitracarpus scaber</i> , <i>Hygrophila auriculata</i> , <i>Hyptis spicigera</i> , <i>Hyptis suaveolens</i> , <i>Striga hermonthica</i> , <i>Acalypha ciliata</i> , <i>Achyrentes aspera</i>
Pérennes	<i>Sida alba</i> , <i>Mimosa pudica</i> ,

Tableau IV : Perception des éleveurs sur l'évolution des espèces fourragères arborées au cours des dix dernières années dans la province du Mandoul au Tchad (n=17 focus groups, réponses collectives) /// Herders' perceptions of changes in tree forage species over the past ten years in Mandoul province, Chad (n=17 focus groups, collective responses)

Principales espèces fourragères ligneuses disparues au cours des dix dernières années	
<i>Hymenocardia acida</i> , <i>Amblygonocarpus andongensis</i> , <i>Prosopis africana</i> , <i>Lannea fruticosa</i> ,	
Principales espèces fourragères ligneuses menacées de disparition	
<i>Khaya senegalensis</i> , <i>Ziziphus mauritiana</i> , <i>Acacia albida</i> , <i>Grewia mollis</i> , <i>Sclerocarya birrea</i> , <i>Parkia biglobosa</i>	
Espèces arborées envahissantes de mauvaise valeur pastorale et non appréciées par les animaux	
<i>Calotropis procera</i>	

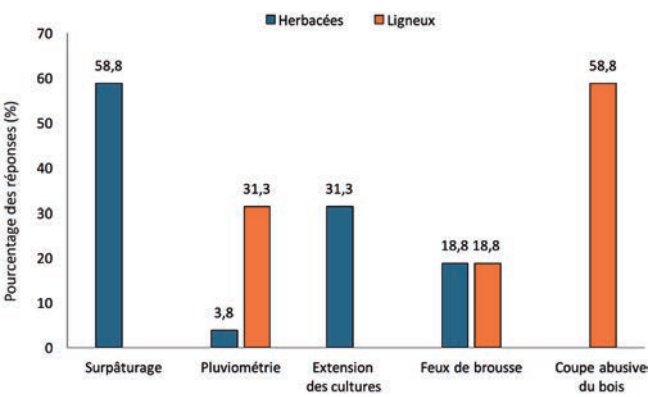


Figure 2 : Perception des éleveurs sur les causes de la disparition des espèces herbacées et ligneuses (n=180) /// Farmers' perception of the causes of the disappearance of herbaceous and woody species (n=180)

disparu de nos jours. Le recours exclusif aux puits et aux rivières était mentionné par 11,9 % des enquêtés. Cette pratique a également disparu avec le temps. Quant au recours aux mares toute l'année, sa pratique a considérablement augmenté. Seulement 8,3 % des répondants l'avaient perçu comme une source importante d'abreuvement il y a 30 ans contre 23,3 % pendant les dix dernières. De même, l'utilisation des mares en saison des pluies et des puits en saison sèche est en nette progression selon les répondants (50 % de réponses pour les dix dernières années contre 11 % de réponses pour il y a 30 ans). Enfin, l'utilisation des mares en saison des pluies et des rivières en saison sèche comme source d'abreuvement est une nouvelle pratique apparue au cours de ces dix dernières années selon 26,7 % des répondants.

Perception des éleveurs sur l'évolution des paramètres zootechniques

Le tableau V présente les paramètres zootechniques en comparant la situation d'il y a 30 ans à la situation actuelle. Plusieurs impacts sur les performances de production des animaux ont été rapportées par les 180 participants dans les *focus groups*, notamment la baisse des productions laitières (88,9 % des éleveurs). Selon ces éleveurs, la production laitière des vaches, qui couvrait par le passé les besoins du veau, l'alimentation de la famille et apportait quelques revenus, n'arrive même pas à couvrir les besoins du veau ces dernières années. Les éleveurs ont également constaté la baisse du poids et de la taille des animaux (100 % des répondants). Selon eux, par le passé les animaux grandissaient très vite. En ce qui concerne les performances de reproduction, tous les éleveurs ont rapporté une augmentation de l'âge à la première mise-bas (de 3 à 4 ans pour 79,4 % des répondants et de 3 à 4,5 ans pour les 20,6 % restants) et l'allongement des intervalles entre vêlages (100 % des répondants).

Evolution des systèmes d'élevage en réponse aux changements environnementaux

Il ressort des résultats des *focus groups* que des transformations significatives ont eu lieu dans les modes d'élevage au fil du temps (figure 4). Il y a trois principaux modes d'élevage au Mandoul : le nomadisme, le sédentarisme et la transhumance. Une proportion de 43,9 % des personnes enquêtées ont relaté qu'il y a 30 ans, le nomadisme était le mode d'élevage le plus pratiqué (43,9 % des réponses)

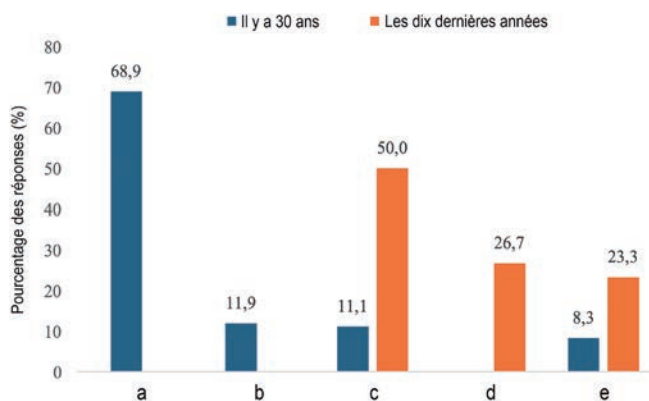


Figure 3 : Perception des éleveurs sur l'évolution des sources d'abreuvement du bétail (n=180) /// Farmers' perception of changes in livestock watering sources (n=180)

(a) Mare et rivière en saison sèche et saison des pluies ; (b) Puits et rivière ; (c) Mare en saison des pluies et puits en saison sèche ; (d) Mare en saison des pluies et rivière en saison sèche ; (e) Mare toute l'année /// (a) Pond and river in dry and rainy seasons; (b) Wells and river; (c) Pond in rainy season and well in dry season; (d) Pond in rainy season and river in dry season; (e) Pond all year round

suivi du sédentarisme (33,7 % des réponses) et de la transhumance (24,4 % des réponses). Selon les répondants, la proportion des éleveurs sédentaires est passée de nos jours à 53,7 %, suivi des transhumants (34,6 %). Le nomadisme est en recul avec seulement 11,7 % d'éleveurs qui le pratiquent encore.

Selon les enquêtés, les éleveurs nomades séjournant dans le Mandoul en saison sèche étaient plus nombreux il y a une trentaine d'années environ qu'actuellement. La proportion des éleveurs transhumants et des nomades a considérablement baissé au cours des dix dernières années. Ces derniers sont de plus en plus nombreux à se sédentariser

Tableau V : Perception des éleveurs sur l'évolution des paramètres zootechniques (n=180, réponses individuelles) /// Breeders' perception of changes in zootechnical parameters (n=180, individual responses)

Variables	Fréquence (%)
Production laitière	Bonne il y a 30 ans et très faible au cours des 10 dernières années
	20,0
	Bonne il y a 30 ans et moyenne au cours des 10 dernières années
Poids vif et taille	Normale il y a 30 ans et a diminué au cours des 10 dernières années
	60,6
Âge à la première mise-bas	3 ans il y a 30 ans et 4 ans au cours des 10 dernières années
	20,6
Intervalle vêlage-vêlage	1 an il y a 30 ans et 1 an et 3 mois au cours des 10 dernières années
	16,1
	1 an il y a 30 ans et 1 an et 5 mois au cours des 10 dernières années

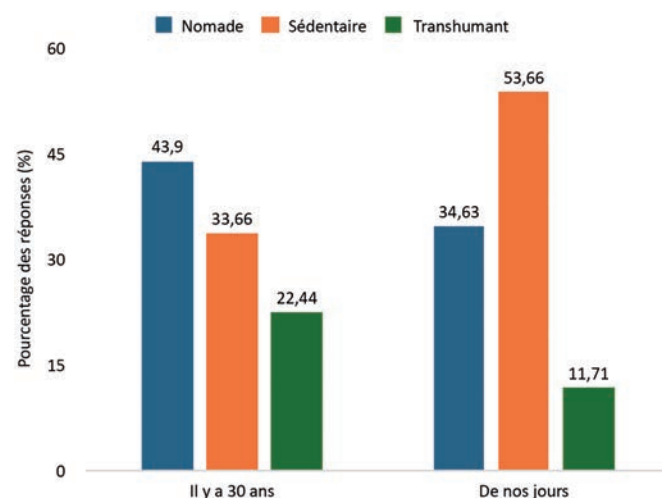


Figure 4 : Perception des éleveurs sur l'évolution des systèmes d'élevage dans le Mandoul au Tchad (n=180) /// Farmers' perceptions of changes in livestock production systems in Mandoul, Chad (n=180)

dans la zone. Toutes les personnes enquêtées ont ensuite ajouté qu'il y a 30 ans, les éleveurs nomades ne venaient dans la zone soudanienne que pendant la saison sèche et qu'ils remontaient au nord dès l'arrivée des premières pluies. Cependant, au cours des dix dernières années, ils ont, de manière permanente, été présents dans la zone soudanienne, au niveau de la frontière de la République centrafricaine (RCA) et ne sont pas remontés plus au nord.

Une autre stratégie développée par les éleveurs pour s'adapter dans le Mandoul est la diversification des activités. Comme les agro-éleveurs, les éleveurs sédentarisés associent l'élevage à l'agriculture. La plupart d'entre eux cultivent le mil pénicillaire [*Pennisetum americanum* (L.)] (60 %), qui est la culture qu'ils maîtrisent le mieux. Par ailleurs, les agro-éleveurs pratiquent le commerce (35 %) en plus de l'agriculture et de l'élevage pour subvenir à leurs besoins.

En ce qui concerne la sécurisation des ressources alimentaires pour le bétail, la stratégie la plus répandue est le stockage des résidus des cultures, après les récoltes. Tous les agro-éleveurs et éleveurs sédentarisés ont mentionné que ces résidus servent de compléments alimentaires à leurs animaux pendant les périodes de soudure. En plus des résidus de culture, les éleveurs achètent les tourteaux et le natron pour compléter l'alimentation des animaux en saison sèche.

Autrefois, les éleveurs sédentaires amenaient leurs animaux paître à la périphérie des villages dans un rayon de 10-15 km chaque matin et revenaient le soir au village. Cependant, depuis 10 ans, ces éleveurs sédentaires, qui ont un grand nombre d'animaux, pratiquent également la transhumance, surtout pendant la saison des pluies, pour éviter la dévastation des champs.

■ DISCUSSION

La présente étude a permis d'appréhender la perception par les éleveurs des changements climatiques et de leurs incidences sur les systèmes d'élevage dans le Mandoul et des stratégies d'adaptation développées par ces derniers.

Les changements climatiques ne sont pas seulement observés par les scientifiques. Ils sont aussi bien perçus par les éleveurs du Mandoul à travers la hausse des températures, la mauvaise répartition spatio-temporelle des pluies et la fréquence des vents violents accompagnés de poussières. Ce résultat confirme les travaux antérieurs effectués en Afrique au sud du Sahara (Kanao, 2012 ; Kanoun, 2016 ; Sanogo, 2017 ; Idrissou et al., 2019 ; Kabore et al., 2019 ; Abdou et al., 2020 ; Djohy et al., 2022 ; Sanogo et al., 2022). Selon Idrissou et al. (2019), les agropasteurs de Boudry et de Matiacoali au Burkina Faso enquêtés ont à l'unanimité perçu une diminution des précipitations annuelles, une apparition tardive et un arrêt précoce des pluies, une augmentation de l'intensité des précipitations et de la fréquence des inondations, une mauvaise répartition temporelle des pluies et une augmentation de la fréquence de la sécheresse. Ils ont également reconnu ne pas être en mesure de prédire la saison car leurs indicateurs locaux, à partir de la floraison et de la fructification des arbres de karité et des raisins sauvages, ne fonctionnent plus. Ce résultat vient en complément des travaux effectués par Mfelowu et al. (2022) au Tchad dans la province de la Tandjilé. Ces auteurs ont rapporté que les paysans perçoivent la variabilité climatique à travers la diminution et l'irrégularité des pluies, un dérèglement des saisons des pluies, des changements des températures et les vitesses des vents accompagnés de poussières. Ce qui se traduit par des débuts et fins tardifs ou précoces des saisons des pluies, parfois avec des inondations, par l'apparition des séquences sèches et la succession d'années déficitaires et d'années excédentaires. Tous les éleveurs enquêtés dans la zone d'étude ont perçu des évolutions au sein de la communauté végétale, surtout au cours des dix dernières années. Ils ont cité plusieurs espèces fourragères herbacées

disparues et d'autres espèces en voie de disparition. Ces résultats sont en adéquation avec celles d'une étude préalablement menée dans le Mandoul (Terei, 2021) qui a montré que les éleveurs considèrent les changements climatiques et les actions de l'homme et des animaux comme les causes principales de la dégradation de l'espace pastoral. Ces changements ont provoqué une apparition d'espèces herbacées indicatrices de la dégradation de cet espace et la disparition de plusieurs espèces fourragères herbacées et arborées. Ces résultats sont similaires à ceux de Ouedraogo (2010), et de Abdou et al. (2020). Pour Ouedraogo (2010), la quasi-totalité des éleveurs enquêtés en zones sahélienne, nord et sud soudanienne du Burkina Faso ont constaté une baisse de la disponibilité des herbacées et rapporté que ce sont les ligneux et les résidus culturels qui constituent un fourrage d'appoint pendant la période de soudure. Les changements climatiques se traduisent donc par une diminution de l'espace pastoral, une insuffisance de fourrage naturel et une disparition des espèces fourragères ligneuses et herbacées. Abdou et al. (2020), dans la commune de Filingué au Niger, ont mentionné que le changement climatique est perçu par les paysans à travers la diminution de la pluviométrie et sa répartition inégale dans le temps, l'augmentation de la température, et des vents forts et sableux engendrant la baisse de la production fourragère et de faibles performances des animaux.

Les éleveurs enquêtés dans la présente étude ont, entre autres, déclaré que la dégradation des espaces pastoraux a impacté les performances de production des animaux, induisant notamment la baisse de la production laitière, l'augmentation de l'âge à la première mise-bas, l'allongement des intervalles de vêlage et des retards de croissance. Ces résultats corroborent ceux obtenus au Bénin par Djohy et al. (2022), qui rapportent que les changements climatiques ont impacté la productivité des parcours naturels à travers la baisse qualitative et quantitative des ressources fourragères, entraînant la baisse des productions laitières, l'augmentation de l'âge à la première mise-bas et la baisse de la vitesse de croissance des animaux.

En réponse à la dégradation de l'espace pastoral, les éleveurs du Mandoul ont adopté un certain nombre de stratégies d'adaptation. Des transformations significatives ont eu lieu concernant leurs modes de conduite d'élevage. Les éleveurs sont passés du nomadisme à la transhumance et à l'agropastoralisme. Après les récoltes, les résidus de culture sont stockés. Aussi, en plus de l'élevage et de l'agriculture, les éleveurs font du commerce. Ces résultats sont similaires à ceux de Sanogo et al. (2022), Ouedraogo (2010) et Djohy et al. (2022). En effet, Sanogo et al. (2022) ont rapporté que pour réduire les impacts des changements climatiques, les communautés de la commune rurale de Tioribougou ont développé des mesures correctives en adoptant des pratiques diverses. Parmi celles-ci, deux semblent être les plus importantes : la diversification des productions et la mobilité (transhumance ou migration). Ouedraogo (2010) rapporte qu'en zones sahélienne et soudanienne du Burkina Faso, les pasteurs essaient d'adapter leurs pratiques à la fluctuation des conditions climatiques à travers la diversification des activités et la mobilité des troupeaux, notamment via la transhumance. Ces résultats corroborent l'étude de Djohy et al. (2021) et de Djohy et Bouko (2021), respectivement dans le bassin de l'Ouémé supérieur et dans la commune de Tchaourou au Bénin. Face à la réduction des ressources fourragères en saison sèche, les éleveurs de Tchaourou ont développé diverses stratégies qui consistaient à utiliser les résidus de récolte, les ligneux fourragers et la végétation des zones humides pour nourrir les animaux.

Cette étude a investigué les perceptions paysannes des changements climatiques et de leurs conséquences sur la dynamique des parcours naturels. Si elle a contribué à valider les résultats des rares études déjà réalisés au Tchad, sa limite principale est l'absence de comparaison de ces perceptions avec les données météorologiques et de dynamique des ressources pastorales afin de mettre en exergue les discordances et concordances. Cependant, il est important de souligner qu'il y a eu

très peu de travaux réalisés sur la dynamique des parcours naturels au Tchad. Une étude de la dynamique des ressources pastorales dans la zone d'étude est donc en cours, et ses résultats seront discutés avec ceux de la présente étude et ceux de Béchir (2010).

■ CONCLUSION

L'étude portant sur la perception par les éleveurs de la vallée du Mandoul des changements climatiques, de leurs incidences sur les pâturages, et des stratégies d'adaptation développées a permis de comprendre que les effets des changements climatiques et des facteurs anthropiques sont perçus par les éleveurs à travers la hausse des températures, la mauvaise répartition spatio-temporelle des pluies et la fréquence des vents violents. Ces changements ont provoqué des évolutions au sein de la communauté végétale surtout au cours des dix dernières années, au cours desquelles plusieurs espèces fourragères herbacées et arborées ont disparu tandis que d'autres sont en voie de disparition. Dans ce contexte de vulnérabilité accrue, les éleveurs ont développé des stratégies variées qui reposent notamment sur leurs pratiques et conduites d'élevage sous différentes formes. Ces stratégies variées, si elles ont permis aux différents éleveurs de maintenir leurs troupeaux et de diversifier leurs revenus, ne répondent pas à toutes leurs attentes et montrent des limites, surtout en matière de durabilité des ressources pastorales. En effet, l'étude a révélé la disparition de plusieurs espèces fourragères en raison du surpâturage et de la coupe abusive. Des recherches complémentaires, impliquant des mesures quantitatives de biomasse, pourraient être menées afin de mieux comprendre les effets du changement climatique et des facteurs anthropiques sur la végétation et les ressources pastorales. Cette étude ouvre la voie à une collaboration plus étroite entre les chercheurs, les éleveurs et les décideurs politiques pour assurer la gestion durable des ressources pastorales dans la province du Mandoul. Une telle gestion durable des ressources pastorales pourrait contribuer à augmenter la résilience des communautés d'éleveurs face aux défis environnementaux et socioéconomiques.

Remerciements

Les auteurs remercient les éleveurs et agriculteurs ayant participé à cette étude pour leur accueil et disponibilité. Ils remercient également les évaluateurs anonymes pour leurs commentaires attentifs et constructifs.

Financement

Ce travail a été financé par l'Union européenne à travers le projet ACCEPT « Adapter l'accès aux ressources agropastorales dans un contexte de mobilité et de changement climatique pour l'élevage au Tchad » et le Programme GMES & Africa Consortium.

Conflits d'intérêts

L'étude a été réalisée sans aucun conflit d'intérêts.

Contributions des auteurs

TMM, KMO et LHD ont participé à la conception et à la planification de l'étude ; TMM a recueilli les données et rédigé la première version du manuscrit ; SATA, TMM, KMO ont assuré l'analyse et l'interprétation des résultats et KMO, LHD, ABB et AM ont assuré la révision critique du manuscrit. Tous les auteurs ont lu et approuvé la version finale de l'article.

Éthique de la recherche

Les enquêtés ont donné leur consentement libre et éclairé avant le déroulement du questionnaire. Ils ont été informés des objectifs de l'enquête, des modalités de participation et de leurs droits de répondre ou non au questionnaire.

Accès aux données de la recherche

Les données qui étayent les résultats de l'étude n'ont pas été déposées dans un dépôt officiel mais sont disponibles sur demande auprès des auteurs.

Déclaration de l'utilisation de l'IA générative dans la rédaction scientifique

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont pas utilisé de technologies assistées par intelligence artificielle dans le processus de rédaction.

REFERENCES

- Abdou H., Karimou I.A., Harouna B.K., Zataou M.T., 2020. Perception du changement climatique des éleveurs et stratégies d'adaptation aux contraintes environnementales : cas de la commune de Filingué au Niger. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **73** (2): 81–90, doi: 10.19182/remvt.31873
- Béchir A.B., 2010. Productivité, dynamique des parcours et pratiques d'élevage bovin en zone soudanienne du Tchad. Thèse Doct., Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 303 p.
- Djohy G.L., Bouko B.S., Dossou P.J., Yabi J.A., 2022. Productivité des pâturages naturels et pratiques de mobilité pastorale dans un contexte de changements climatiques en Afrique de l'Ouest. *Rev. Mar. Sci. Agron. Vet.*, **10** (1): 92–105
- Djohy G.L., Boukou B.S., Dossou P.J., Yabi J.A., 2021. Perception des changements climatiques par les éleveurs de bovins et observations météorologiques dans le bassin de l'Ouémé supérieur au Bénin. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **74** (3): 145–152, doi: 10.19182/remvt.36761
- Djohy G.L., Bouko B.S., 2021. Vulnérabilité et dynamiques adaptatives des agropasteurs aux mutations climatiques dans la commune de Tchaourou au Bénin. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **74** (1): 27–35. doi: 10.19182/remvt.36319
- Idrissou Y., Assani A.S., Toukourou Y., 2019. Systèmes d'élevage pastoraux et changement climatique en Afrique de l'Ouest : État des lieux et perspectives. *Livest. Res. Rural Dev.*, **31** (8): 1–20
- Kabore P.N., Barbier B., Ouoba P., Kiema A., Some L., Ouedraogo A., 2019. Perceptions du changement climatique, impacts environnementaux et stratégies endogènes d'adaptation par les producteurs du Centre-nord du Burkina Faso. *VertigO*, **19** (1): 1–30, doi: 10.4000/vertigo.24637
- Kanao F., 2012. Typologie des stratégies d'adaptation des pasteurs et agropasteurs face aux changements climatiques en fonction des zones agroécologiques : cas de Ouangolodougou, Tengrela, Pénis et Koumbia au Burkina Faso. Mémoire d'ingénieur de développement rural, Université polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 88 p.
- Kanoun M., 2016. Adaptation des éleveurs ovins face aux multiples changements d'ordre environnementaux et socioéconomiques dans les territoires steppiques. Cas des agropasteurs de la région d'El-Guedid Djelfa. Thèse Doct., École nationale supérieure agronomique El Harrach, Alger, Algérie, 209 p.
- Marty A., Sougnabé P., Djatto D., Nabia A., 2010. Causes des conflits liés à la mobilité pastorale et mesure d'atténuation. Direction de l'organisation pastorale et de la sécurisation des systèmes pastoraux, République du Tchad, rapport d'étude, 123 p.
- Médard L., Ozias S., 2007. Bébédjia (sud du Tchad), un espace sous pression. *VertigO*, Hors-série 4, doi: 10.4000/vertigo.805
- MEPA (Ministère de l'élevage et des productions animales), 2015. Recensement général de l'élevage (RGE) 2012-2015 au Tchad. Présentation des principaux résultats, 78 p.
- Mfewou A., Tata Nfor J., Nadji P., 2022. Variabilité climatique au Tchad : perception et stratégie d'adaptation paysanne à Kélo (Tchad). *VertigO*, **22** (1): 1–17, doi: 10.4000/vertigo.35399
- Niel H., Leduc C., Dieulin C., 2005. Spatial and temporal variability of annual rainfall in the lake Chad basin during the 20th century. *Hydrol. Sci. J.*, **50** (2): 243, doi: 10.1623/hysj.50.2.223.61800
- Onwuegbuzie A.J., Dickinson W.B., Leech N.L., Zoran A.G., 2009. A qualitative framework for collecting and analyzing data in focus group research. *Int. J. Qualit. Methods*, **8** (3): 1–21, doi: 10.1177/160940690900800301
- Ouedraogo D., 2010. Perception et adaptation des éleveurs pasteurs au changement climatique en zones sahélienne, nord et sud soudanien du Burkina Faso. Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. Mémoire DEA, 55 p.
- PANA-Tchad (Programme d'action national d'adaptation aux changements climatiques au Tchad), 2010. Ministère de l'environnement, de l'eau et des ressources halieutiques, N'Djamena, Tchad, 92 p.

- PASTOR, 2019. Étude-monographique de la zone PASTOR sud couvrant les Provinces du Moyen Chari et Mandoul. Assistance technique provinciale. Ministère de l'élevage et des productions animales, N'Djamena, Tchad, 31 p.
- PNDE 2 (Plan national de développement de l'élevage 2), 2017. Ministère de l'élevage et des productions animales, N'Djamena, Tchad, 102 p.
- R Core Team. 2023. R: A language and environment for statistical computing. R foundation for statistical computing; Vienna, Austria: 2020. <https://www.R-project.org/>
- Reounodji F., Gautier D., Bouba A., 2003. Occupation de l'espace et gestion des ressources naturelles dans les savanes du Tchad Cas des terroirs de Ngoko et de Tchikali II. Actes du colloque international sur l'organisation spatiale et gestion des ressources et des territoires ruraux, Montpellier, France, 25-27 fév. 2003

- Sanogo M.T., 2017. Changements climatiques et gouvernance des ressources pastorales dans la commune de Sincina cercle de Koutiala, Mali. Mémoire de fin de cycle, Université des sciences juridiques et politiques, Bamako, Mali, 80 p.
- Sanogo T., Ballo A., Garba I., 2022. Perception locale des changements climatiques sur l'élevage et les stratégies d'adaptation dans la commune rurale de Tioribougou, Mali. *Rev. Géo. Univ. Ouagadougou*, **11** (3): 1–19
- Terei M.M., 2021. Caractérisation du pâturage naturel dans les zones de concentration des animaux en saison sèche de la vallée du Mandoul au Tchad. Mémoire de Master en management des ressources animales, Université d'Abomey Calavi, Bénin, 84 p.
- Touré I., Cesaro J.D., Wane A., Duteurtre G., Ickowicz A., Ndiaye A., Garba I., 2017. Analyse de la vulnérabilité climatique et environnementale des systèmes agropastoraux dans le centre ouest du Tchad. Rapport final. Montpellier (France): Cirad, 67 p.

Summary

Mabilo T.M., Bechir A.B., Mama A., Oundanang K.M., Affossogbe S.A.T., Dossa L.H. Farmers' perceptions of the dynamics of natural rangelands and adaptation strategies in the Mandoul valley in Chad

Background: For over three decades, pastoral activities in Sahelian countries have been subject to climatic and demographic constraints, leading to severe ecosystem degradation. **Aim:** The objective of this study was to identify the perceptions of herders in the Mandoul Valley regarding climate change impacts on pastures, and to understand their adaptation strategies. **Methods:** A total of 205 individuals belonging to different herder groups were surveyed during this study. 171 herders participated in focus groups, and 34 others were individually interviewed based on a pre-established questionnaire. **Results:** The results showed that all surveyed herders perceive climate change through the unequal distribution of rainfall (83.3%), a rise in temperature (50.5%), and a greater frequency of strong winds accompanied by dust (78.9%). They all stated that several forage species have disappeared over the past 10 years and that others are threatened or endangered. They also mentioned the appearance of invasive species with low pastoral value that are not palatable to animals. In this context of increased vulnerability, the strategies developed by herders for their survival rely on mobility, diversification of activities, and the storage of crop residues to feed animals during the dry season. However, according to the herders, these strategies do not all meet their expectations and also show limitations, especially in terms of sustainability. **Conclusions:** This study highlights the need to implement adequate strategies for sustainable management of pastoral resources in Mandoul in order to ensure the sustainability of plant species while supporting the livelihoods of herding communities.

Keywords: grazing lands, climate change perception, pastoralism, adaptive capacity, Chad

Resumen

Mabilo T.M., Bechir A.B., Mama A., Oundanang K.M., Affossogbe S.A.T., Dossa L.H. Visión de los agricultores sobre la dinámica de los pastizales y estrategias de adaptación en el valle de Mandoul (Chad)

Contexto: En los países sahelianos hace más de tres decenios que la actividad pastoral está sometida a inclemencias climáticas y presiones demográficas, lo que comporta una fuerte degradación del ecosistema. **Objetivo:** Este estudio tiene como objetivos identificar cómo perciben los ganaderos del valle de Mandoul, en Chad, los cambios climáticos y su incidencia en los pastos, y comprender las estrategias de adaptación de estos ganaderos. **Métodos:** El análisis se ha basado en el diagnóstico agropastoral. Para el estudio se seleccionaron, en total, 205 personas pertenecientes a diferentes grupos de ganaderos: 180 ganaderos participaron efectivamente en los grupos de discusión (*focus groups*) y 34 fueron objeto de entrevistas individuales basadas en un cuestionario preestablecido. **Resultados:** Los resultados mostraron que todos los ganaderos encuestados perciben los cambios climáticos a través de la distribución desigual de la lluvia (88,3 %), del aumento de la temperatura (50,5 %) y de la mayor frecuencia de vientos violentos acompañados por polvo (78,9 %). Todos declararon que varias especies forrajeras han desaparecido en el curso de los diez últimos años y que otras están amenazadas o en vías de desaparición. También mencionaron la aparición de especies invasoras de bajo valor pastoral y no apetitosas para los animales. En este contexto de incremento de la vulnerabilidad, las estrategias desarrolladas por los ganaderos para su supervivencia se basan en la movilidad de los rebaños, la diversificación de las actividades generadoras de ingresos y el almacenamiento de los residuos de cultivo para alimentar a los animales durante la estación seca. Sin embargo, según los ganaderos, estas estrategias no responden a todas sus expectativas y tienen limitaciones, especialmente en materia de sostenibilidad. **Conclusiones:** El estudio resalta la necesidad de aplicar estrategias adecuadas para una gestión sostenible de los recursos pastorales en el Mandoul con el objetivo de garantizar la sostenibilidad de las especies vegetales al tiempo que se incentiven los medios de subsistencia de las comunidades de granjeros.

Palabras clave : tierras de pastoreo, percepción del cambio climático, pastoralismo, capacidad de adaptación, Chad

Typologie et trajectoires des élevages camélins de la région de Ouargla, Sud-Est algérien

Aïcha Abazi ^{1*} Abdelhakim Senoussi ¹

Mots-clés

Dromadaire, adaptation aux changements climatiques, stratégies de développement rural, intensification, Algérie

OPEN ACCESS

© A. Abazi & A. Senoussi, 2025
published by Cirad



This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC-BY).

Type: Research article

Submitted: 30 July 2022

Accepted: 15 January 2025

Online: 07 March 2025

DOI: 10.19182/remvt.36967

Résumé

Contexte : Le dromadaire constitue l'une des principales richesses et ressources alimentaires et économiques du territoire saharien en Algérie. **Objectif** : Dans un contexte de changements globaux et pour comprendre comment les systèmes d'élevage camélins de la wilaya de Ouargla se sont adaptés et ont évolué dans leurs pratiques, cette étude a eu pour objectif d'établir une typologie des éleveurs de dromadaires et d'analyser l'évolution de leurs trajectoires d'élevage. **Méthodes** : 29 % des éleveurs de la région d'étude, répartis dans six localités, ont fait l'objet de suivis sur le terrain et d'enquêtes semi-directives de type récit de vie durant la période 2018-2020. La typologie des éleveurs a été déterminée grâce à des analyses multivariées réalisées sur 21 variables qualitatives collectées. **Résultats** : Quatre groupes de chameliers ont été identifiés : les éleveurs naisseurs-engraisseurs ; les éleveurs opportunistes ; les éleveurs conservateurs et les méharistes spécialisés. La typologie a révélé de profondes mutations dans les pratiques et les modes de conduite de l'élevage camelin, sous l'effet de facteurs socio-économiques et socio-culturels qui ont transformé les systèmes d'élevage camélins de la wilaya de Ouargla depuis l'indépendance de l'Algérie en 1962. **Conclusions** : Le dromadaire, intégré dans le quotidien des populations locales, témoigne de son statut exceptionnel et de son rôle clé dans le passé, le présent et promettant de l'être davantage à l'avenir.

■ Comment citer cet article : Abazi, A. & Senoussi, A. (2025). Typologie et trajectoires des élevages camélins de la région de Ouargla, Sud-Est algérien. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 78, 36967. <https://doi.org/10.19182/remvt.36967>

■ INTRODUCTION

Depuis très longtemps, les populations vivant dans les régions arides et sahariennes des pays du Sud de la Méditerranée ont réussi à s'adapter et à valoriser ces espaces pauvres en ressources naturelles et caractérisés par des variabilités extrêmes des températures journalières, de faibles précipitations, ainsi qu'une végétation à forte variabilité spatio-temporelle tant dans sa nature que son étendue (Noel, 2019). Depuis l'antiquité, le dromadaire occupe une place prépondérante dans les sociétés traditionnelles des régions sahariennes, où il constitue une source de subsistance et de revenus supplémentaires (Abazi, 2024).

En Afrique du Nord, l'élevage camelin a connu une transition majeure, induite par le déclin du nomadisme et des activités caravanières ainsi que par les politiques de sédentarisation qui ont débuté durant la

colonisation (jusqu'aux années 1950) et qui se sont poursuivies après les indépendances durant la seconde moitié du XX^e siècle (Sandron, 1998 ; Bedda *et al.*, 2019 ; Amsidder *et al.*, 2021). Parallèlement, l'urbanisation a poussé les nomades à s'installer autour des villes et à intensifier leur production, afin de proposer des produits mieux adaptés aux besoins des citadins. Cette tendance est principalement observée dans différentes régions du Sahara septentrional algérien, notamment à Ouargla, ville située au sud-est, à environ 800 km de la capitale, Alger. La croissance urbaine et les changements de comportement alimentaire ont accéléré la commercialisation des produits camélins. Pour satisfaire une demande croissante en produits camélins, des élevages périurbains ont émergé et l'élevage, traditionnellement hyper-extensif, a commencé à s'intensifier (Abazi, 2024). La fonction traditionnelle du bât dans l'élevage camelin a été progressivement remplacée par des fonctions axées principalement sur la production de protéines (lait et viande) ou le transport de touristes (Faye *et al.*, 2015). Cette transition a été constatée dans la majorité des régions sahariennes et steppiques de l'Algérie, où l'activité de l'élevage camelin a connu de profondes mutations socio-économiques (Rouville-Brigol, 1975 ; Adamou, 2008 ; Bedda *et al.*, 2015). Les dernières statistiques de l'Organisation des Nations unies

1. Laboratoire de Bio-Ressources Sahariennes : Préservation et Valorisation, Université Kasdi Merbah, Ouargla, Algérie

* Pour la correspondance

Tél. : +213 659541771 ; E-mail : abazi.aicha@univ-ouargla.dz

pour l'alimentation et l'agriculture (FAO, 2025) indiquent que les effectifs camélins ont connu une évolution substantielle en Algérie, passant de 154 000 têtes en 1961 à 439 134 têtes en 2023, ce qui témoigne des mutations des systèmes d'élevage camélins dans les différentes provinces des zones semi-arides et arides, en particulier à Ouargla.

Afin de comprendre comment les systèmes d'élevage camélins se sont adaptés et ont évolué dans leurs pratiques au sein de la wilaya de Ouargla, la réalisation d'une typologie des élevages s'avère primordiale. Dans cette optique, l'étude a tenté de répondre aux questions suivantes : quelle place l'élevage camelin occupe-t-il actuellement dans la wilaya de Ouargla ? Quels sont les principaux facteurs influençant l'évolution des trajectoires de cet élevage ? Quels systèmes d'élevage camélins sont rencontrés dans cette région ? *In fine*, cette étude visait à identifier les différents types de chameliers de la wilaya de Ouargla ainsi que leurs logiques d'élevage.

■ MATERIEL ET METHODES

Zone d'étude

La région de Ouargla est située dans le Sud-Est algérien. Elle s'étend sur une superficie de 18 289 km². Le climat y est particulièrement contrasté malgré la latitude relativement septentrionale (Rouvillois-Brigol, 1975). L'aridité s'exprime par des températures très élevées (44°C enregistrées au mois de juillet) en été, de faibles précipitations avec un cumul annuel de l'ordre de 32,5 mm ; induites surtout par l'importance de l'évaporation due à la sécheresse de l'air, estimée à 254,4 mm en moyenne durant la période 2010 à 2020. Cette région comprend actuellement six communes (figure 1). Le choix de Ouargla comme espace d'investigations a reposé sur plusieurs critères : l'importance des effectifs camélins dans la région, l'existence d'une communauté de chameliers d'origine nomade, l'impact du dromadaire sur le développement socio-économique local, les potentialités pastorales, la diversité des parcours camélins, ainsi que le rôle socio-culturel du dromadaire dans les traditions locales.

Collecte des données

Soixante-et-onze chameliers ont été suivis entre 2018 et 2020, soit 29 % de l'ensemble des chameliers de la wilaya de Ouargla. Ces éleveurs étaient répartis dans six localités : 12 chameliers à Ain Beida,

2 à Hassi Ben Abdellah, 23 à N'goussa, 13 à Ouargla centre, 19 à Rouissat et 2 à Sidi Khouiled (figure 1). Les chameliers ont été sélectionnés à partir d'informations obtenues préalablement auprès de la Direction des services agricoles de la Wilaya, de vétérinaires privés et d'éleveurs influents. Ce choix reposait sur deux critères : la possibilité d'accès à l'élevage et l'accord de l'éleveur pour réaliser des entretiens.

Les données ont été collectées grâce à un questionnaire semi-directif de type récit de vie qui portait sur l'identification des chameliers et de leurs ménages et sur la structure et la dynamique des systèmes d'élevage camélins.

Analyses statistiques

Il existe différentes méthodes de classification pour établir une typologie à partir de données collectées (segmentation, avis d'experts, classification automatique à l'aide d'un guide d'entretien). Notre choix s'est porté sur la classification automatique, utilisée précédemment par Abdallah & Faye (2013) lors d'une étude comparable.

Les données collectées auprès des chameliers ont été saisies sur un tableur Excel. Les analyses statistiques ont ensuite comporté deux étapes. La première étape a consisté en une analyse des correspondances multiples (ACM) réalisée sur une matrice de données croisant les 71 élevages camélins étudiés avec 21 variables qualitatives retenues à partir du questionnaire dont une illustrative (lieu de résidence) (tableau I). Cette dernière variable a été ajoutée à l'analyse afin d'examiner son éventuel effet sur la diversité géographique des éleveurs camélins. La seconde étape a consisté en une classification ascendante hiérarchique (CAH) des 71 élevages camélins, réalisée avec la mesure des distances euclidiennes entre individus (élevages) et le critère d'agrégation de Ward. Celle-ci a porté sur les 71 élevages et les quatre premiers facteurs de l'ACM (coordonnées principales) qui représentaient ensemble 83,2 % de l'inertie cumulée. La caractérisation des groupes issus de la CAH s'est basée sur une série de tableaux de contingence croisant ces groupes avec chaque variable. Le test du χ^2 a permis d'analyser la contribution des différentes variables aux diverses classes. Seules les variables ayant une contribution significative aux groupes ($P < 0,05$) ont été retenues pour décrire les groupes homogènes de chameliers et l'évolution de leurs trajectoires d'élevage. Les analyses ont été réalisées à l'aide du logiciel XLstat (Addinsoft ©, version 2016).

■ RESULTATS

Échantillon étudié

Les chameliers enquêtés

Les chameliers enquêtés étaient âgés de 25 à 89 ans, avec un âge moyen de $54,0 \pm 14,4$ ans. Plus de 70 % des propriétaires du cheptel camelin assuraient eux-mêmes la conduite d'élevage. Parmi l'ensemble des éleveurs enquêtés disposant d'une main-d'œuvre salariale ou familiale, 77 % étaient affiliés à la tribu des Châambas, 10 % aux Mekhadmas, 10 % à la fraction des Saïd Otba, et les 3 % restants regroupaient des Touaregs ainsi que d'autres fractions ethniques. La majorité des chameliers (60 %) s'adonnait à la pratique de l'élevage camelin depuis plus de 40 ans. Sur le plan organisationnel, 80 % des chameliers étaient adhérents à des associations camelines. Par ailleurs, plus de la moitié d'entre eux (56,3 %) demeurerait toujours attachée à l'élevage camelin pour des raisons d'appartenance et de capitalisation du cheptel, considéré comme une forme d'assurance et de sécurité familiale.

Caractérisation des élevages camélins

La taille des troupeaux camélins des éleveurs enquêtés variait entre 2 et 500 têtes chez les Châambas d'Ain Beida, (moyenne de

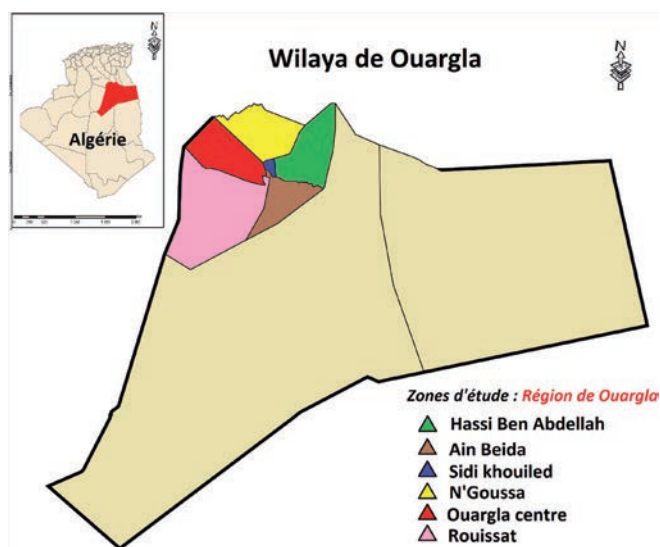


Figure 1 : Zones d'étude, wilaya de Ouargla, Algérie /// Study areas, Ouargla wilaya, Algeria

87 ± 110 têtes). La principale source d'alimentation des animaux provenait des parcours, où plus de 85 % des troupeaux sont également abreuvés par les puits. En revanche, à proximité des lieux d'habitation, l'eau administrée aux animaux est transportée et distribuée via des citernes. L'achat de compléments alimentaires dépendait de l'état des parcours et de la situation financière des chameliers. Généralement, les animaux étaient supplémentés lors des saisons sèches et lors de la période de reproduction qui concernait 85 % d'entre eux. En matière de reproduction, 45,1 % des mâles reproducteurs ont été introduits pour la lutte après l'âge de 5 ans, tandis que les femelles ont été mises à la reproduction à l'âge de 4 ans. Environ 83 % de ces dernières ont été réformées à partir de l'âge de 25 ans. Les mâles sont réformés plus jeunes, à 20 ans maximum.

Analyse des correspondances multiples

L'ACM a été réalisée à partir des 21 variables qualitatives retenues (tableau I). L'histogramme des valeurs propres issues de l'ACM indique que les quatre premiers facteurs expliquaient à eux seuls 83,2 % de la variance totale.

Les deux premiers facteurs expliquant 78,1 % de la variance ont été retenus dans l'interprétation des relations entre variables. Le facteur (F1) était largement prépondérant (70,3 % de la variance), par rapport au facteur (F2) qui n'expliquait que 7,8 % de l'information.

Les modalités contribuant significativement aux deux premiers axes (F1 et F2) ont permis d'identifier quatre types de chameliers bien distincts.

L'axe F1 distingue (1) les propriétaires citadins composés d'éleveurs sédentaires célibataires ayant acquis leur cheptel par héritage et n'ayant pratiqué aucun déplacement au cours de la dernière décennie ; et (2) les propriétaires semi-sédentarisés qui sont des éleveurs transhumants partiellement sédentarisés, détenant un cheptel soit issu de l'héritage ou d'achat, et soumis à des déplacements sur de courtes distances. L'axe F2 différencie (1) les agro-éleveurs, âgés entre 40 et 55 ans, qui s'adonnent à l'élevage camelin depuis 28 ans, conjuguant à la fois l'exploitation des parcours et la pratique à l'enclos ; et (2) les éleveurs âgés, de plus de 67 ans, pratiquant un élevage exclusivement extensif depuis plus de 40 ans et orienté principalement vers l'accroissement de la taille du troupeau et l'engraissement des animaux.

Cette analyse seule n'a toutefois pas suffi à mettre en évidence des groupes d'éleveurs homogènes ainsi que les trajectoires d'élevage camélins. La classification automatique et la description des classes à partir des variables significativement liées, a permis la caractérisation des groupes de chameliers de la wilaya de Ouargla. Les variables « Propriété du troupeau camelin » (P) et « lieu de résidence » (LR) n'ont pas contribué significativement à la construction des groupes d'éleveurs après la CAH ; elles ont donc été retirées de l'interprétation. Il n'y a ainsi aucun effet de la zone d'origine et de la propriété du troupeau sur la typologie des éleveurs.

Typologie des chameliers dans la wilaya de Ouargla

Quatre groupes de chameliers ont été identifiés après classification automatique des données (figures 2 et 3). Le groupe 1 s'apparente aux éleveurs naisseurs-graisseurs. C'est le groupe numériquement dominant, avec 29 chameliers enquêtés (soit 41 % de l'échantillon). Quadragénaires ou sexagénaires, ces chameliers ont la responsabilité de familles et sont analphabètes ou, au mieux, ont fréquenté l'école coranique. Ils ont commencé cette activité vers le milieu des années 1970 jusqu'au début des années 1990. À l'origine, ces éleveurs étaient transhumants et ont récemment adopté un mode de vie semi-sédentaire. Ils s'adonnent à l'élevage camelin sur les parcours via un système extensif avec complément alimentaire, voire semi-intensif ou intensif, mené en périphérie des centres urbains

ou en zones rurales. Le cheptel est composé de plus de 100 têtes camelines auxquelles sont associés de petits ruminants. La source d'abreuvement des animaux provient des puits pastoraux et de l'eau de la ville. L'objectif de ce type d'élevage camelin est l'accroissement de la taille du troupeau et l'engraissement des jeunes mâles.

Le groupe 2, les éleveurs opportunistes, est composé de 22 chameliers (soit 31 % de l'échantillon). Ce sont des éleveurs mariés, pluriactifs, âgés de 40 à 55 ans, et ont eu une scolarité jusqu'au niveau primaire. Ils ont débuté l'élevage camelin au milieu des années 1970 avec un système extensif, avant de se rapprocher des villes au début des années 1990 en adoptant de nouvelles modalités d'élevage : semi-intensives et/ou intensives. Ces éleveurs, présumés semi-sédentaires, alternent entre des déplacements sur de courtes distances à la recherche de meilleurs pâturages et des périodes où leurs troupeaux de petite taille (moins de 69 têtes) sont parqués dans des enclos en périphérie des zones habitées. Il s'agit d'élevages spécialisés dans la production de méharis mâles dressés pour les courses ou dans l'engraissement des jeunes mâles, ou encore dans la vente de lait de chamelle.

Le groupe 3 est composé d'éleveurs conservateurs, vieux chameliers d'origine nomade, ayant une expérience de plus de 40 ans dans l'élevage camelin. S'ils sont très attachés à l'élevage de dromadaire, ils sont toutefois pluriactifs afin de diversifier leurs revenus monétaires. Ce groupe est composé de 13 chameliers (soit 18 % de l'échantillon), qui sont analphabètes ou ont fréquenté l'école coranique. D'origine nomade avant de se sédentariser, ils possèdent des cheptels de taille moyenne (40-69 têtes) conduits sur parcours. L'activité d'élevage a débuté entre les années 1960 et 1975, avec des déplacements des animaux sur les parcours jouxtant la ville. Les objectifs principaux de cet élevage sont l'augmentation de la taille du troupeau et la vente d'animaux sur pieds ainsi que de leurs poils.

Le groupe 4, les méharistes, est constitué de 7 chameliers (soit 10 % de l'échantillon enquêté). Il s'agit de jeunes célibataires, citadins, au niveau d'instruction moyen. Leur cheptel est de petite taille (moins de 10 têtes) et il est conduit en intensif tout au long de l'année. Ces méharistes se sont engagés dans ce type d'élevage depuis le début des années 2000, avec pour vocations principales la course sportive ou l'exhibition folklorique.

Facteurs d'évolution des systèmes d'élevage camélins

La typologie des éleveurs camélins enquêtés a révélé de profondes mutations dans les systèmes d'élevage camélins de la wilaya de Ouargla depuis les années 1962 (tableau II).

L'analyse rétrospective de l'évolution de l'élevage camelin dans la région d'étude a révélé que les facteurs socio-économiques et techniques ont joué un rôle déterminant dans l'amélioration des conditions de vie des éleveurs, marquée par leur employabilité dans le secteur pétrolier à partir de 1955, l'entrée de leurs enfants sur un marché du travail stable, l'indépendance de l'Algérie en 1962, ainsi que la motorisation et le développement des moyens de communication. De plus, la population de la région a été multipliée par sept en l'espace de 54 ans, passant de 42 773 habitants en 1966 à 309 151 en 2020. Les trajectoires des chameliers dans la région d'étude sont également influencées par des facteurs écologiques, politiques et socioculturels. Les facteurs écologiques incluent la récurrence des sécheresses depuis les années 1980 et jusqu'en 2010, ainsi que la dégradation des parcours. Sur le plan politique, l'intégration des éleveurs dans le service national depuis 1969 et la subvention accordée depuis 1999 par l'Etat algérien pour accéder à des concentrés alimentaires ont joué un rôle important. Enfin, les facteurs socioculturels, tels que le vieillissement ou la disparition des chameliers, la forte demande en produits camélins des populations urbaines et rurales en croissance, ainsi que

Tableau I : Liste des variables utilisées pour les analyses multivariées et distribution des éleveurs camelins (en % des modalités) /// Summary of variables processed by multivariate analysis and distribution of camel breeders (in % of modalities)

Variables	Codes	Modalités	Description	% de modalités	p-value
Âge	Age	1	< 40 ans	18,3	< 0,0001
		2	[40-55] ans	32,4	
		3	[56-67] ans	29,6	
		4	> 67 ans	19,7	
Début d'activité d'élevage	DA	1	[1960-1975]	32,4	< 0,0001
		2	[1976-1991]	39,4	
		3	[1992-2007]	15,5	
		4	> 2007	12,7	
Situation familiale	SF	1	Marié	94,4	< 0,0001
		2	Célibataire	5,6	
Niveau scolaire	N	1	Analphabète+ École coranique	47,9	< 0,0001
		2	Primaire	23,9	
		3	Moyen	18,3	
		4	Secondaire	9,9	
N° de ménage en élevage camelin	M	1	Aucune personne	33,8	0,002
		2	[1-2] personnes	40,8	
		3	> 2 personnes	25,4	
Activités d'éleveurs	A	1	Éleveur seulement	23,9	< 0,0001
		2	Agro-éleveur	32,4	
		3	Pluriactifs	43,7	
Propriété du troupeau camelin	P	1	Seule	76,1	Non significatif
		2	Copropriété + 2 personnes	23,9	
Mode d'habitation avant et après les évolutions	H	1	Transhumant/Semi-sédentaire	60,6	< 0,0001
		2	Nomade/Semi-sédentaire	29,6	
		3	Nomade /Sédentaire	1,4	
		4	Sédentaire	8,5	
Mode d'acquisition camelin	MA	1	Achat	15,5	0,0004
		2	Achat + Héritage	67,6	
		3	Héritage	16,9	
Taille du troupeau camelin	T	1	< 40 têtes	31,0	< 0,0001
		2	[40-69] têtes	35,2	
		3	[70-100] têtes	11,3	
		4	> 100 têtes	22,5	
Vocation d'élevage camelin actuellement	V	1	Reproduction +Boucherie	57,7	< 0,0001
		2	Boucherie + Socioculturelle/Boucherie +lait	28,2	
		3	Viande +Lait + Socio-culturelle	2,8	
		4	Socioculturelle	11,3	
Élevage d'autres espèces	AE	1	Ovins +caprins	50,7	< 0,0001
		2	Ovins/caprins/autres	14,1	
		3	Aucune espèce	35,2	
Zone d'élevage camelin actuellement	Z	1	Parcours	36,6	< 0,0001
		2	Parcours+ périurbain/Parcours + Péri-oasien/Parcours +intra-urbain	50,7	
		3	périurbain/péri-oasien/Intra-urbain	12,7	

Tableau I (suite) : Liste des variables utilisées pour les analyses multivariées et distribution des éleveurs camélins (en % des modalités) /// *Summary of variables processed by multivariate analysis and distribution of camel breeders (in % of modalities)*

Variables	Codes	Modalités	Description	% de modalités	p-value
Présence de berger	RB	1	Oui (saisonnière ou permanents)	66,2	0,001
		2	Oui (toutes saisons)	12,7	
		3	Non	21,1	
Raison de transhumance en cas de pluies	RT	1	Recherche des meilleurs pâturages	84,5	0,001
		2	Eau/Vacances scolaires	5,6	
		3	Aucun déplacement	9,9	
Pratique de complémentation alimentaire	C	1	Reproduction+ Saison sèche	45,1	0,004
		2	Toutes saisons	49,3	
		3	Saison sèche/Aucune	5,6	
Cause de régression de végétation des parcours	VP	1	Sècheresse	83,1	0,029
		2	Sècheresse+ Coupe des plantes	16,9	
Évolution de la distance de mobilité aux parcours	DM	1	Longue à courte	80,3	< 0,0001
		2	Longue	8,5	
		3	Aucun déplacement	11,3	
Type de transport actuellement	TT	1	4x4	85,9	< 0,0001
		2	Camionnette	4,2	
		3	4x4 ou camionnette	2,8	
		4	Aucun	7,0	
Source d'abreuvement	OA	1	Puits + Eau de citerne	43,7	< 0,0001
		2	Puits + Forages	12,7	
		3	puits	33,8	
		4	Eau de citerne	9,9	
Commune d'origine	LR	1	N'goussa	33,8	Non significatif
		2	Ouargla	18,3	
		3	Rouissat	26,8	
		4	Ain Beida	16,9	
		5	Hassi Ben Abdellah	2,8	
		6	Sidi khouiled	1,4	

En gras : variable supplémentaire /// *In bold, additional variable*

les accidents dans les zones pétrolières, ont également contribué à cette évolution.

Les chameliers d'origine nomade enquêtés sont passés progressivement d'une mobilité permanente à une sédentarisation totale ou partielle. Aujourd'hui, ils sont soit pluriactifs, soit agro-éleveurs, voire spécialisés dans l'engraissement des dromadaires ou la production laitière, afin de répondre à la demande locale.

Typologie des systèmes d'élevage camelin dans la région de Ouargla

Dans la région d'étude, le dromadaire est élevé pour diverses vocations et spécialisations, en fonction de la diversité des élevages rencontrés, tous étroitement dépendants du système d'alimentation. Quatre systèmes d'élevage camelin sont connus dans la région de Ouargla : (a) Le système d'élevage extensif, axé sur l'accroissement de la taille du troupeau et l'engraissement des mâles dromadaires. (b) Le système semi-intensif laitier, pratiqué en milieu péri-urbain ou péri-oasien,

destiné à la production et à la vente du lait. (c) Le système temporairement intensif, dédié à l'engraissement et à la vente des jeunes mâles maigres, principalement dans les zones urbaines. (d) Le système intensif, centré sur les courses et les spectacles socio-culturels, jouant un rôle clé dans la préservation de l'héritage socioculturel.

Par ailleurs, 86 % des chameliers ont adopté, ces dernières années, une double approche combinant à la fois l'élevage extensif et le mode semi-intensif ou intensif. En revanche, seuls 14 % des enquêtés détiennent des troupeaux camélins élevés exclusivement en intensif.

Avantages et inconvénients des systèmes d'élevage camélins à Ouargla

Les quatre systèmes d'élevage camélins identifiés dans la wilaya de Ouargla – extensif, semi-intensif de type laitier, intensif pour la production de viande (engraissement), intensif (méharis de course et de festivités) – présentent des avantages et des inconvénients résumés dans le tableau III.

Tableau II : Évolution sur deux générations des principales caractéristiques des pratiques d'élevage des chameliers de la wilaya de Ouargla, Algérie /// Evolution over two generations of the main characteristics of camel-herding practices in the wilaya of Ouargla, Algeria

Caractéristiques	Ascendants (parents)	Descendants (enfants)
Mobilité	Mobilité permanente avec un abri sous tente	Déclin du nomadisme depuis 1970, avec une sédentarisation partielle, voire totale, des éleveurs. Ils vivent dans des maisons dures. Les éleveurs recueillent les informations sur leurs troupeaux grâce aux bergers, en utilisant les téléphones portables
	Mobilité avec la famille	Déplacement en compagnie de leurs amis, de leur fils aîné ou de leurs cousins
	Mobilité longue	Mobilité courte
Type d'éleveur	Éleveurs ou agro-éleveurs	Majorité d'éleveurs pluriactifs
Scolarisation des enfants	Les enfants non scolarisés participent dans les tâches de l'élevage	Certains enfants suivent un parcours scolaire tandis que d'autres travaillent afin d'assurer un revenu stable
Fonction de bât	Participation du dromadaire dans la révolution algérienne avant 1962, transport de la mariée vers sa maison, transport de denrées traditionnelles (dattes et grains) entre le Sud et le Nord de l'Algérie	L'émergence de la motorisation a entraîné la substitution des dromadaires par des véhicules 4x4, des camions et des camionnettes
Main-d'œuvre	Aucune main-d'œuvre hors la famille	Recrutement de bergers salariés et étrangers
Vocations de l'élevage	Élevage pour l'autosubsistance : élevage des mâles plutôt que des femelles, valorisation des poils, du crottin, lait destiné pour l'autoconsommation et l'offre	Élevage opportuniste depuis 2000 (vente du lait, de la viande, des poils). Élevage socioculturel (course et événements folkloriques)
Sources des besoins alimentaires	Échanges internationaux des produits alimentaires, des machines électroménagers et des animaux entre la Tunisie, la Libye, le Mali, etc.) dans les années 1970 et 1980	Amélioration du mode de vie grâce à la modernisation, disponibilité de divers produits sur place, sans avoir à se déplacer
Soins de santé	Traitements et soins traditionnels (plantes médicinales, huile de cade, etc.)	Optimisation des soins de santé grâce à l'utilisation de traitements médicaux innovants

Graphique symétrique des observations
(axes F1 et F2 : 78.11 %)

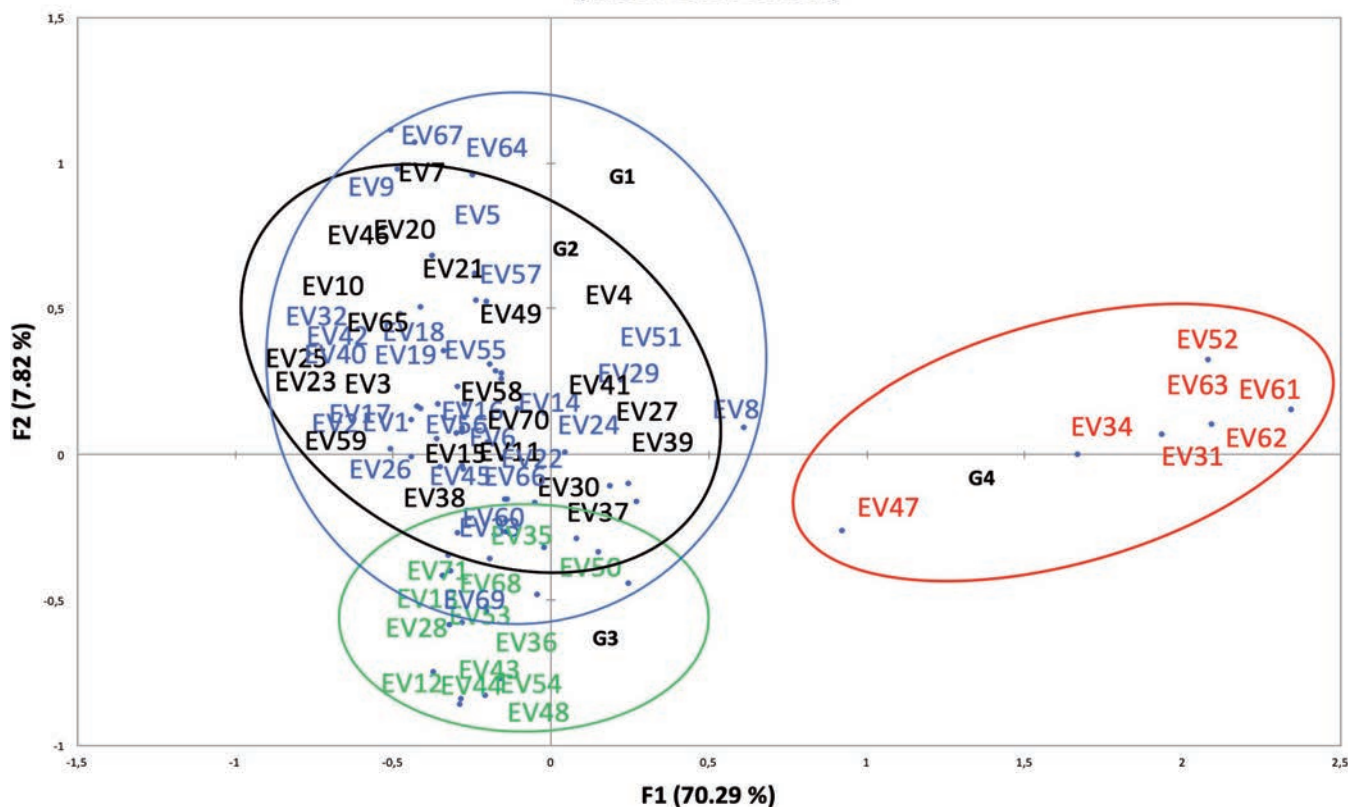


Figure 2 : Représentation graphique des quatre groupes de chameliers issus de la classification ascendante hiérarchique sur le plan factoriel (F1-F2) de l'analyse en composantes multiples. EV : éleveur ; G1 : groupe 1 ; G2 : groupe 2 ; G3 : groupe 3 ; G4 : groupe 4 /// Graphic representation of the four groups of camel farmers identified through hierarchical ascending classification on the factorial plane (F1-F2) of the multiple component analysis. EV: Breeder; G1: group 1; G2: group 2; G3: group 3; G4: group 4

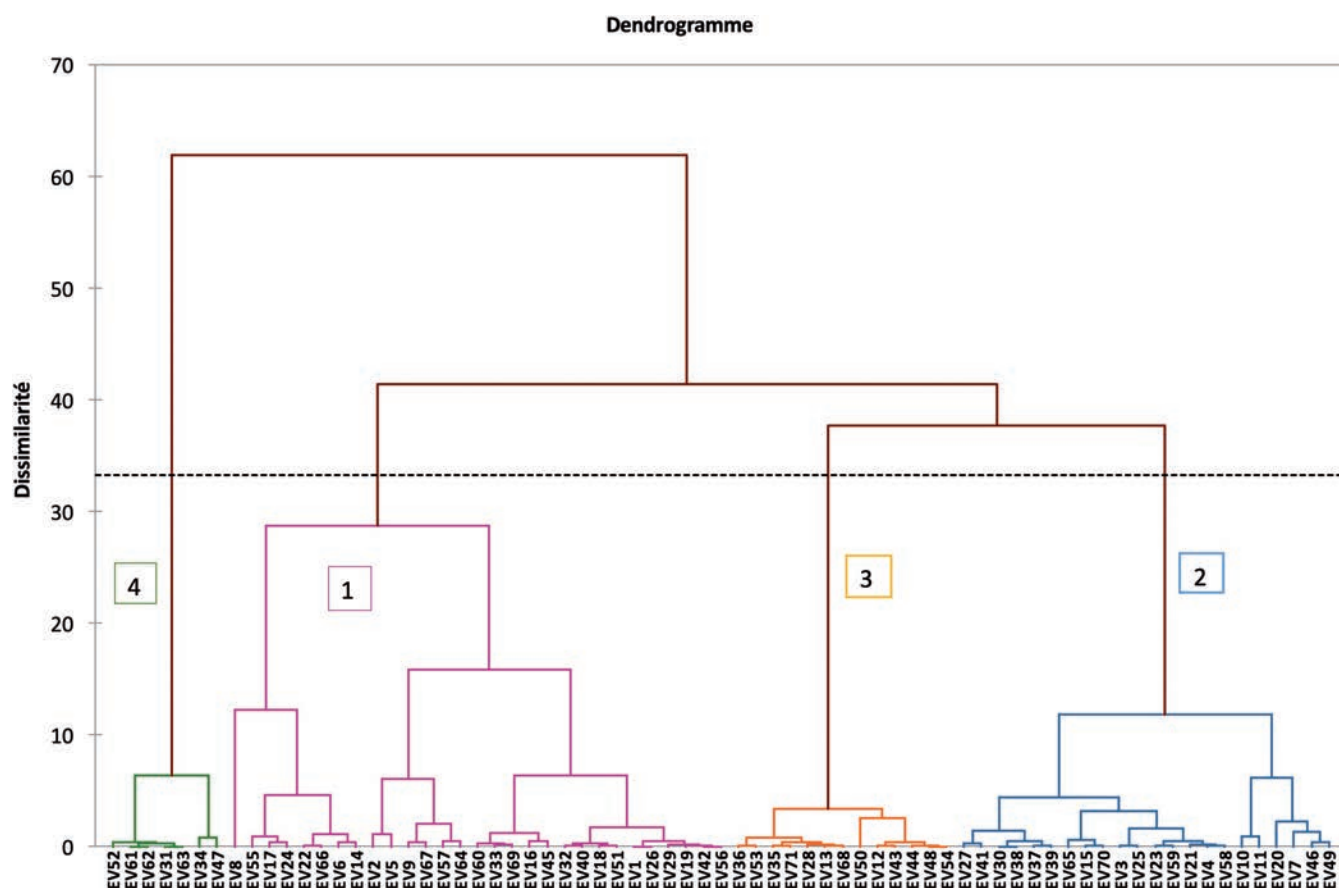


Figure 3 : Typologie des chameliers issue de la classification ascendante hiérarchique (variance interclasse de 61,8 %) /// *Typology of camel farmers derived from Hierarchical Ascending Classification (interclass variance of 61.8%)*

Tableau III : Avantages et inconvénients des systèmes d'élevage camélins dans la wilaya de Ouargla, Algérie /// *Advantages and disadvantages of camel farming systems in Ouargla, Algeria*

Système d'élevage camelin	Avantages	Inconvénients
Système extensif	- Alimentation naturelle des troupeaux - Exploitation des ressources pastorales par un mode ambulatoire : broutage sélectif et rationnel - Produits d'origine protéique (viande et lait) valorisés par leurs qualités nutritionnelles et diététiques	- Mode de conduite qui affaiblit les performances des animaux (faiblesse du croît, long intervalle entre deux mises bas et faible taux de prolificité) - Abattage massif et non contrôlé des têtes camelines - Insuffisance et éloignement des puits pastoraux
Système semi-intensif type laitier	- Amélioration des performances de reproduction grâce à un contrôle rigoureux - Optimisation de la production laitière - Prix du litre de lait dix fois supérieur à celui du lait de vache pur	- Prise en charge coûteuse - Non-respect des normes de rationnement, entraînant un gaspillage important - Élevages itinérants changeant fréquemment de sites
Système intensif pour la production de viande (ou engraissement)	- Vente d'animaux générant des revenus réguliers, - Valorisation optimale des carcasses, - Abattages contrôlés, réglementés et réalisés fréquemment tout au long de la semaine	- En l'absence de plan prophylactique, recours à la tradi-thérapie - Absence d'une véritable chaîne de valeur mettant en évidence chacun des maillons de la filière de viande cameline
Système intensif (Méharis de course et de festivité)	- Animaux soumis à un dressage spécifique et à des entraînements quotidiens, - Bonne couverture sanitaire, - Méhari à forte valeur marchande, - Représentation de Ouargla lors de diverses manifestations régionales, nationales et internationales.	- Prise en charge coûteuse - Acquisition de sujets de course en provenance des pays voisins (Libye, Niger et Mali) - Absence de centres spécialisés pour le dressage et l'entraînement des méharis - Absence de centres de beauté pour les animaux d'exhibition

■ DISCUSSION

La typologie des éleveurs camelins est un outil efficace pour comprendre leur organisation, et/ou leurs stratégies. L'interprétation de cette typologie s'avère utile pour les responsables en charge du développement rural, notamment pour formuler des recommandations pour chacun des types de chameliers et de leurs activités (Abdallah & Faye, 2013). À partir de cette typologie des éleveurs, il est possible d'identifier les stratégies adoptées par les chameliers pour rendre les systèmes d'élevage camelins résilients et durables face aux changements globaux.

Accroissement de la taille du troupeau et engraissement des mâles sur parcours

La stratégie principale, adoptée par les éleveurs des groupes 1, 2 et 3, repose sur la conduite des chamelles et de leurs chamelons sur parcours, selon un système d'élevage extensif basé sur le fourrage naturel et une supplémentation en concentrés, visant à accroître la taille du troupeau et à engraisser les mâles.

L'alimentation des camelins dépend de l'offre fourragère des parcours. Cependant, la sécheresse qui sévit depuis 2009 a entraîné la dégradation du couvert végétal naturel. Cette situation a obligé les chameliers à recourir à la supplémentation alimentaire pour renforcer la résilience des systèmes d'élevage. En effet, la supplémentation alimentaire, composée d'orge subventionnée, de rebuts de dattes, de pain sec, de déchets de palmiers-dattiers et de son de blé, a été largement adoptée ces dernières années dans la plupart des pays pratiquant l'élevage camelin pour faire face aux aléas climatiques (Biya *et al.*, 2021).

Par ailleurs, plusieurs facteurs ont favorisé la sédentarisation des chameliers au détriment du nomadisme, désormais disparu dans la wilaya de Ouargla. Entre autres, citons le vieillissement de la majorité des éleveurs, l'absence de relève, le développement des entreprises de transport, l'essor des services administratifs, la scolarisation des descendants et l'amélioration des services de santé. Cette situation a conduit à l'adoption de la transhumance temporaire pratiquée sur les meilleurs parcours pendant les vacances scolaires et en cas de pluies localisées.

Nous pouvons également citer les accidents dans les bourniers pétroliers, les vols récurrents de jeunes sujets, et la diminution des espaces de pacage au profit des périmètres agricoles, ce qui a contribué à la mutation des systèmes d'élevage camelins de l'hyper-extensif à l'intensif, permettant ainsi d'assurer la continuité de l'activité dans la wilaya de Ouargla (Abazi, 2024).

Élevages récents pour la production de lait et de viande dans les zones urbaines et oasiennes

Une seconde stratégie, adoptée par une dizaine de chameliers du groupe 2, consiste à investir depuis les années 2000 dans l'élevage camelin laitier alternatif en mode semi-intensif. L'alimentation des animaux repose sur l'alternance entre le fourrage des parcours le matin, complété par du grossier (luzerne, foin et paille) et du concentré (son de blé et orge) le soir, lorsque les bêtes rejoignent les enclos situés en périphérie des centres urbains et des zones oasiennes.

Autrefois, la vente de lait était considérée comme un tabou au sein des sociétés chamelières traditionnelles. Cependant, avec l'évolution du contexte socio-économique, notamment la croissance des populations urbaines, la commercialisation du lait connaît aujourd'hui un véritable engouement pour répondre à une demande en constante augmentation. Cet élevage repose sur l'exploitation d'une vingtaine de chamelles allaitantes avec leurs chamelons.

Le lait de chamelle dans la wilaya de Ouargla s'écoule cru, conditionné dans des bouteilles en plastique. Il est vendu en périphérie

des zones urbaines ou oasiennes, soit directement à la ferme d'élevage, soit par l'intermédiaire des épiceries et des crèmeries, au prix de 500 dinars algériens par litre (soit 3,6 euros par litre). Dans ce contexte, Faye (2019) souligne que « l'introduction du lait dans les marchés locaux de nombreux pays d'élevage camelin est un phénomène relativement récent, lié à l'urbanisation des pays arides et à la globalisation de l'économie ». Aux dires des chameliers, les consommateurs l'acquiescent principalement pour ses vertus thérapeutiques, ce qui a été confirmé par Konuspayeva et Faye (2020).

Par ailleurs, l'engraissement d'une dizaine de mâles maigres conduits en intensif (stabulation temporaire avec distribution d'une ration alimentaire à base d'aliments grossiers et de concentrés) dans les centres urbains et les oasis constitue une stratégie adoptée par les chameliers des groupes 2 et 3. Cette stratégie vise la vente sur pieds d'animaux destinés à la production de viande. La consommation de viande cameline est une tradition gastronomique dans le Sud-algérien, notamment à Ouargla, où cette viande est appréciée pour sa tendreté, son goût, sa faible teneur en cholestérol (Faye *et al.*, 2013) et son prix relativement inférieur à celui des autres viandes rouges.

Valorisation des poils

Une troisième stratégie, adoptée par une minorité d'éleveurs (soit 3 chameliers) du groupe 3, consiste à vendre les poils (*ouber*) de dromadaire aux artisans de la steppe pour la confection de divers produits finis (tentes et vêtements traditionnels), ce qui génère une véritable plus-value pour l'élevage. Cependant, la majorité des éleveurs de la région ne portent aucun intérêt à la collecte de poils.

Élevage de méharis

Une quatrième stratégie, incarnée particulièrement par les chameliers du groupe 4 et quelques éleveurs du groupe 2, est largement répandue dans les us et coutumes de la communauté nomade Ouargli. Celle-ci consiste en l'élevage de méharis pour les courses et les exhibitions folkloriques. Le système d'élevage est intensif, avec une alimentation composée d'aliments grossiers, concentrés et énergétiques. Aux dires des méharistes, remporter des compétitions sportives (courses de dromadaires) et participer à des manifestations culturelles constituent un symbole de fierté, de prestige et de célébrité au sein de la communauté nomade locale. Dans les pays du Golfe, les courses de dromadaires sont considérées comme des activités nobles, principalement initiées par les cheikhs et émirs, qui attribuent des primes substantielles (sommes d'argent, or, véhicules de luxe, etc.) (Gasmi, 2003 ; Cabalion, 2019). Ces compétitions sont une source de valeur ajoutée significative pour les dromadaires, comme c'est le cas lors du grand festival culturel « Moussem » au Maroc (Mjidou, 2018 ; Noel, 2019) et des compétitions au Soudan (Darosa, 2007).

En revanche, au Niger, Chaibou & Faye (2005) ont identifié trois grands types d'élevage. Le premier groupe, constitué de pasteurs, se distingue par sa sédentarité, la taille moyenne de ses troupeaux, ainsi que par la pratique de la complémentation alimentaire et de la spéculation laitière. Le deuxième groupe, principalement orienté vers la transhumance pendant la saison des pluies, inclut certains éleveurs qui complètent l'alimentation de leurs animaux. La vente de lait de chamelle est quasiment inexistante chez ces pasteurs. Enfin, le troisième groupe est composé de chameliers possédant de grands troupeaux et pratiquant un nomadisme régulier. Par ailleurs, dans son étude sur les grandes aires de distribution du dromadaire en Algérie, Adamou (2008) a identifié trois systèmes de conduite des troupeaux camelins dans le pays, particulièrement dans les régions du Sud-Est (Souf), du Sud-Ouest (Tindouf) et de l'extrême Sud (Hoggar) : les systèmes semi-nomades, nomades et sédentaires. À ces systèmes s'ajoutent des éleveurs opérant sous des contrats spécifiques, tels que Minha et Ouadia qui sont des systèmes de confiage à d'autres

chameliers de confiance. Dans les pays du Golfe, à l'image de l'Arabie Saoudite, l'élevage du dromadaire est devenu un symbole de prestige et d'identité ethnique (Mahmoudi, 2010).

Cependant, dans une étude menée par Salmi *et al.* (2016) sur la typologie des éleveurs camélins du Sud-Est tunisien, cinq groupes d'éleveurs ont été identifiés en fonction de leurs pratiques d'élevage, de la taille de leur exploitation et de leur degré de spécialisation. Le groupe dominant, représentant 46 % des éleveurs, est constitué de ménages pratiquant un élevage familial, où l'élevage camelin constitue la principale source de revenus et d'emplois. En revanche, Kamili *et al.* (2020), dans leur étude sur la typologie des systèmes d'élevage camélins dans le Sud du Maroc, ont identifié quatre catégories de chameliers : (1) ceux possédant de grands troupeaux laitiers traditionnels ; (2) les citadins détenant de petits troupeaux ; (3) les éleveurs pluriactifs opportunistes ; et (4) les éleveurs parfois pluriactifs, faiblement intégrés au marché et sous-traitant partiellement leur activité d'élevage.

■ CONCLUSION

La présente étude, relative à la typologie de l'élevage camelin et à son évolution dans la wilaya de Ouargla, a montré l'importance que revêt cette espèce au sein des communautés chamelières.

Quatre stratégies ont été adoptées par les chameliers pour renforcer la résilience et la durabilité de l'élevage camelin à Ouargla : (1) la sédentarisation des chameliers pluriactifs avec le confiage des troupeaux à des bergers allochtones ; (2) l'émergence d'un système d'élevage semi-intensif en zone périurbaine ou péri-oasienne pour la vente de lait ; (3) l'engraissement temporaire des jeunes mâles en milieu oasien pour approvisionner le marché local en viande cameline ; et (4) l'élevage de méharis à des fins sportives et folkloriques, mettant ainsi en valeur le patrimoine socioculturel.

Par ailleurs, les enquêtes de terrain, menées auprès des éleveurs, ont révélé que, dans le contexte actuel, l'élevage camelin montre des évolutions notables. Parmi les quatre systèmes identifiés, le système semi-intensif semble être le modèle d'élevage le plus efficace pour l'exploitation des dromadaires. Ce système combine le pâturage libre avec des parcs temporaires des animaux en périphérie des zones urbaines, incluant une complémentation alimentaire et un suivi sanitaire régulier. Mais, on peut penser que sa généralisation dépendra de l'appui et l'intervention des autorités compétentes. La présente étude axée sur la typologie des chameliers rencontrés dans la wilaya de Ouargla et leurs stratégies d'élevage devra être conduite dans d'autres wilayas et complétée par une analyse approfondie des différents systèmes d'élevage camélins pour mieux évaluer leurs performances et leur durabilité.

Remerciements

Nos remerciements vont à M. Ngoma Kibouaka Etienne de la Bibliothèque des Pères Blancs pour son soutien technique. Merci à tous les chameliers de la région de Ouargla que nous avons interviewés, de nous faire part de leurs connaissances, de leurs expériences et de leurs convictions. À cela s'ajoutent nos remerciements aux relecteurs anonymes qui ont permis d'améliorer la présente publication.

Financement

Cette recherche n'a bénéficié d'aucune subvention spécifique de la part d'un organisme de financement du secteur public, commercial ou à but non lucratif.

Conflits d'intérêts

Les auteurs déclarent que l'étude a été réalisée sans aucun conflit d'intérêts.

Déclaration des contributions des auteurs

AA a réalisé toutes les enquêtes de terrain, les analyses statistiques et rédigé la première version du manuscrit, AS a supervisé le travail et participé à la rédaction et la révision critique de ce manuscrit.

Ethique de la recherche

Le consentement formel des personnes enquêtées a été recueilli systématiquement en début d'entretien ; les formulaires ont été anonymisés et les informations personnelles ont été scrupuleusement protégées.

Accès aux données de la recherche

Les données n'ont pas été déposées dans un dépôt officiel. Les données qui étayent les résultats de l'étude sont disponibles sur demande auprès des auteurs.

Déclaration de l'IA générative dans la rédaction scientifique

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont pas utilisé de technologies assistées par intelligence artificielle dans le processus de rédaction.

REFERENCES

- Abazi, A. (2024). *L'élevage du dromadaire dans le Sahara septentrional : un système en pleine mutation. Cas de la région de Ouargla*. [Thèse de doctorat, Université Kasdi Merbah] DSpace. <https://dspace.univ-ouargla.dz/jspui/bitstream/123456789/37686/1/ABAZI-AICHA.pdf>
- Abdallah, H.R., & Faye, B. (2013). Typology of camel farming system in Saudi Arabia. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 25(4), 250-260.
- Adamou, A. (2008). L'élevage camelin en Algérie : quel type pour quel avenir ? *Sécheresse*, 19(4), 253-260.
- Amsidder, L., Alary, V., & Sraïri, T. M. (2021). An empirical approach of past and present mobility management in the desert societies of camel breeders in south eastern Morocco. *Journal of Arid Environments*, 189, 104501. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2021.104501>
- Bedda, H., Adamou, A., & Babelhadj, B. (2015). Systèmes de production camélins au Sahara algérien : cas de la région de Ouargla. *Algerian Journal of Arid Environment*, 5(1), 115-127. <https://doi.org/10.12816/0045912>
- Bedda, H., Adamou, A., & Babelhadj, B. (2019). Le déclin des systèmes de production camélins dans le Sahara septentrional algérien - cas de la cuvette de Ouargla, le M'zab et le Ziban. *Livestock Research for Rural Development*, 31(44). <http://www.lrrd.org/lrrd31/3/bedda31044.html>
- Biya, M. B., Chrif Ahmed, M. S., Dieye, C.Y., Diop, A. K. M., Mohamed, R. B., Salem, M. M., Sidatt, M., et al., 2021. Typologie descriptive des systèmes d'élevage camelin en Mauritanie. *Livestock Research for Rural Development*, 33(44). <http://www.lrrd.org/lrrd33/3/bjaye3344.html>
- Cabalion, S., (2019). De l'amble à l'emblème : les courses de dromadaires au Qatar-ou d'un virus à l'autre, du MERS-CoV aux courses de dromadaire. *La SEZ*, 106, 59-67.
- Chaibou, M., & Faye, B. (2005). Herding strategies of camel husbandry in Agadez sub urban area in Niger. Typological survey. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 58(4), 273-283. <https://doi.org/10.19182/remvt.9922>
- Darosa, A. E. M. (2007). Le dromadaire de monte et de course au Soudan. *Revue Scientifique et Technique*, (36), 3-11.
- FAO Stat. (2025). *Food and Agricultural Organization Statistics*. FAO Stat. Consulté le 12 janvier 2025 sur <http://www.fao.org/faostat/fr/#data/QA>
- Faye, B. (2019, 12-13 juin). La marchandisation du lait de chamelle et la « périurbanisation » de l'élevage camelin : quel modèle de développement ? 3^{èmes} Rencontres internationales sur Le Lait Vecteur de Développement. Dakar, Sénégal.
- Faye, B., Abdelhadi, O., Raiymbek, G., Kadim, I., & Hocquette, J. F. (2013). La production de viande de chameau : état des connaissances, situation actuelle et perspectives. *INRA Productions Animales*, 26(3), 289-299. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2013.26.3.3158>
- Faye, B., Chaibou, M., Vias-Franck, S. (2015, 8-12 juin). Adaptation of the pastoral farming systems: the example of the periurban dairy camel breeders in the area of Agadez (Niger). 4th Conf. International Society of Camelid Research and Development (ISOCARD) Silk Road Camel: The Camelids, Main Stakes for Sustainable Development. Almaty, Kazakhstan.

- Gasmi, M. (2003). Le dromadaire de course : dressage, entraînement, hématologie et alimentation (Émirats arabes unis). [Diplôme d'Études Supérieures en Productions Animales en Régions Chaudes. Université Montpellier II]. Agritrop. <https://agritrop.cirad.fr/517570/>
- Kamili, A., Faye, B., & Bengoumi, M. (2020). Typology of camel farming systems in the south of Morocco. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 73(2), 1–10. <https://doi.org/10.19182/remvt.31862>
- Konuspayeva, G., Faye, B. (2020). Le lait de chamelle, de la tradition à la modernité. *Ethnozootechnie*, 107, 5-12.
- Mahmoudi, R. (2010). *Caractéristique de l'élevage camélins en Arabie Saoudite*. [Mémoire de Master en Biologie géosciences agroressources et environnement. Université Montpellier II]. Agritrop. <https://agritrop.cirad.fr/561496/>
- Mjidou, R. (2018). Étude des changements dans les modes de production du dromadaire. [Mémoire d'Ingénieur d'Etat en Agronomie. Institut agronomique et vétérinaire Hassan II]. DSpace. <https://hdl.handle.net/20.500.11766/10491>

- Noel, J. (2019). Étude des trajectoires des éleveurs camélins dans la région de Guelmim-Oued Noun au Maroc. [Mémoire d'ingénieur en Gestion de projets de développement agro-économique dans les pays du Sud. École Supérieure d'Agro-Développement International - Angers]. camed. cirad. <https://camed.cirad.fr/content/download/4200/31436/version/1/file/Noel+2019+Etude+des+trajectoires+des+soci%C3%A9t%C3%A9s+d%27%C3%A9leveurs+camélins+dans+la+r%C3%A9gion+de+Guelmim-Oued+Noun+au+Maroc.pdf>
- Rouvillois-Brigol, M. (1975). Le pays de Ouargla (Sahara Algérien). Variations et organisation d'un espace rural en milieu désertique. Publications du Département de Géographie de l'Université de Paris-Sorbonne, 2.
- Salmi, C., Faye, B., & Haouat, F. (2016). Typologie des éleveurs camelin au sud-est tunisien en vue de leurs performances économiques. Actes du colloque international « Développement socio-économique et dynamique des sociétés rurales : Pluralité d'acteurs, gestion des ressources et développement territorial ». *Numéro spécial Revue des Régions Arides*, 44, 209-214.
- Sandron, F. (1998). L'immobilité forcée : la sédentarisation des nomades dans le Sud tunisien. *Autrepart*, 5, 63-78.

Summary

Abazi A., Senoussi A. Typology and trajectories of camel farms in the Ouargla region, south-east Algeria

Background: The dromedary is one of the main resources of Algeria's Saharan territory. **Aims:** The present study aims to establish a typology of camel breeders and to analyze the evolution of their breeding trajectories, in order to identify the main functions of the animals in the Ouargla region, in the context of global change. **Methods:** For this purpose, 29% of the breeders present in the study region, distributed in six localities, were monitored in the field during the period 2018-2020. The work method borrowed expresses the systems approach, whose investigative tool was based on retrospective life-story surveys. **Results:** Multivariate analyses based on qualitative variables identified four groups of camel breeders. These groups can be summarized as follows: i) breeder-fatteners; ii) opportunistic breeders; iii) conservative breeders; and iv) specialized camel breeders. The typology revealed far-reaching changes in camel breeding practices and management methods, under the influence of socio-economic and socio-cultural factors that have transformed camel breeding systems in the Ouargla wilaya since Algeria's independence in 1962. **Conclusion:** Today, the dromedary is an integral part of the daily life of the local population and bears witness to its exceptional status, playing a key role in the past, the present, and promising to be even more so in the future.

Keywords: dromedaries, climate change adaptation, rural development strategies, intensification, Algeria

Resumen

Abazi A., Senoussi A. Tipología y evolución de la cría de camélidos en la región de Uargla (sudeste argelino)

Contexto: El dromedario constituye una de las principales riquezas y recursos alimentarios y económicos del territorio sahariano en Argelia. **Objetivo:** En un contexto de cambios globales y para comprender cómo los sistemas de cría de camélidos del valiato de Uargla se adaptaron y evolucionaron en sus prácticas, este estudio tenía como objetivo establecer una tipología de ganaderos de dromedarios y analizar la evolución de sus trayectorias ganaderas. **Métodos:** El 29 % de los ganaderos de la región de estudio, distribuidos en seis localidades, fueron objeto de seguimiento sobre el terreno y de encuestas semidirigidas de tipo relato de vida durante el período 2018–2020. La tipología de los ganaderos se determinó mediante los análisis multivariantes de las 21 variables cualitativas recogidas. **Resultados:** Se identificaron cuatro grupos de camelleros: los ganaderos de cría y engorde; los ganaderos oportunistas; los ganaderos conservadores y los meharistas especializados. La tipología reveló profundos cambios en las prácticas y las modalidades de gestión de la ganadería camélida, bajo el efecto de factores socioeconómicos y socioculturales que transformaron los sistemas de cría de camélidos del valiato de Uargla desde la independencia de Argelia el 1962. **Conclusiones:** El dromedario, integrado en la vida cotidiana de las poblaciones locales, demuestra su estatus excepcional y su papel clave en el pasado y el presente, y augura incrementarlos en el futuro.

Palabras clave: dromedario, adaptación al cambio climático, estrategias de desarrollo rural, intensificación, Argelia

Stratégies d'adaptation des élevages bovins sédentaires face à la territorialisation des parcours et aux insuffisances alimentaires au Nord Bénin

Saliou Adedigba¹ Rodrigue Vivien Cao Diogo^{1*}
Luc Hippolyte Dossa² Birthe Katharina Paul³

Mots-clés

Bovin, pastoralisme, alimentation du bétail, plante fourragère, utilisation des terres, Bénin

© S. Adedigba et al., 2023



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Submitted: 12 September 2023

Accepted: 15 November 2023

Online: 20 December 2023

DOI: 10.19182/remvt.37257

Résumé

Face à l'expansion des terres agricoles, aux insuffisances alimentaires et au programme de sédentarisation des élevages, les systèmes d'élevage bovins au Nord Bénin doivent désormais s'adapter à la variabilité spatiale et temporelle des ressources afin d'assurer la sécurité alimentaire de leur cheptel et la diversification des revenus. La présente étude vise à analyser les stratégies d'adaptation des élevages bovins dans le contexte actuel de sédentarisation et d'insuffisances alimentaires. Ainsi, 280 élevages bovins sédentaires appartenant à trois zones agroécologiques : Gogounou (Zone Cotonnière Nord), Kalale (Zone Vivrière du Sud Borgou) et Tchaurou (Zone Cotonnière Centre) ont fait l'objet d'étude. Les données collectées concernent les facteurs de choix des zones de pâture, les zones de pâturage des animaux et les stratégies d'adaptation aux insuffisances alimentaires. Une analyse factorielle des correspondances multiples (AFCM), suivie d'une classification hiérarchique ascendante, a permis de faire une typologie des stratégies. Trois stratégies d'adaptation ont été identifiées : (i) élevage avec une stratégie d'adaptation basée sur l'agropastoralisme (EAP : 42,5 %) ; (ii) élevage avec une stratégie d'adaptation mixte basée sur la mobilité courte et longue distance avec division du troupeau (EMim : 21,1 %) et (iii) élevage avec une stratégie d'adaptation basée sur la mobilité en zones protégées (EMAP : 36,4 %). La diversité des zones de pâturage, la localisation des éleveurs, le cheptel bovin, l'expansion des zones agricoles, les itinéraires de transhumance et les types d'élevage sont les principaux déterminants des différents groupes de stratégies d'adaptation étudiées ($p < 0,05$). La culture fourragère constitue la stratégie la plus viable et prometteuse pour assurer l'autonomie alimentaire. L'appropriation aux éleveurs de terres sur lesquelles ils pourront obtenir un droit de propriété serait un grand atout pour promouvoir cette stratégie.

■ Comment citer cet article: Adedigba S., Diogo R.V.C., Dossa L.H., Paul B.K., 2023. Stratégies d'adaptation des élevages bovins sédentaires face à la territorialisation des parcours et aux insuffisances alimentaires au Nord Bénin. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 76: 37257, doi: 10.19182/remvt.37257

■ INTRODUCTION

L'élevage bovin au Bénin est essentiellement extensif. Il compte environ 2,6 millions de têtes (FAOSTAT, 2021) et est caractérisé dans la partie septentrionale du pays par deux principales formes de production : l'une sédentaire associée à une forte production agricole et l'autre transhumante ou semi-mobile caractérisée par un déplacement

saisonnier des animaux (Djenontin, et al, 2002a ; Adedigba et al., 2023). Malgré les nombreux projets de développement qui ont porté sur cet élevage, il est demeuré traditionnel avec une productivité très faible en lait (0,6 à 1,8 litre de lait/jour) et en viande (gain moyen quotidien de 268 à 470 g/jour). L'un des facteurs justifiant cette faible productivité est la faible disponibilité en ressources fourragères, en pâturages de qualité et en eau (Idrissou, 2021).

Cependant, ces élevages ont remarquablement fait face à des situations extrêmes de sécheresse, de conflits et d'insécurité foncière à travers une migration importante vers les zones plus humides et une mobilité saisonnière depuis des décennies (FAO, 2012). Le Nord du Bénin concentrait à lui seul plus de 85 % du cheptel national (Alkoiret, et al, 2011). De nos jours, on assiste à un flux massif d'animaux vers le sud du Bénin (Houessou et al., 2019). Cette situation a entraîné

1. Laboratoire d'Innovation en Systèmes de Production Intégrée et de Gestion Durable des Terres, Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, Parakou, Bénin.

2. École des Sciences et Techniques de Production Animale, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin.

3. Alliance, Bioversity-CIAT, Nairobi, Kenya.

* Auteur pour la correspondance

Tél. : +229 61 161 525 ; email : rodrigue.diogo@fa-up.bj

une raréfaction des espaces pastoraux pour les animaux transhumants en raison de l'expansion des terres agricoles (Gonin, 2016 ; Sounon Kon'De et al., 2019).

Cette pratique est de plus en plus exposée à de sérieuses contraintes en raison de l'expansion des surfaces agricoles, des variabilités climatiques et des activités anthropiques (Diogo et al., 2017 ; Houessou et al., 2019). Elle a provoqué un envahissement des couloirs de passages et des parcours naturels (Zakari et al., 2015) et donc limité le mouvement saisonnier des troupeaux.

De plus, les violences récurrentes dans les différentes zones de transhumance entre les acteurs associés à cette pratique (agriculteurs, éleveurs, forestiers) se sont traduites par des violences mortelles (Diogo, et al., 2021a). L'insuffisance des réserves naturelles de pâturage à satisfaire les besoins de tous ces acteurs constitue l'une des sources de conflit.

Afin de prévenir la recrudescence des conflits et d'éviter des pertes en vies humaines, le gouvernement du Bénin a adopté en décembre 2019, un nouveau code pastoral (Loi n° 2018-20 du 23 avril 2019 : Présidence du Bénin, 2019) qui interdit la transhumance transfrontalière et régule cette activité au sein du pays pour mieux gérer le passage des animaux sur toute l'étendue du territoire national. Les éleveurs transhumants se sont longtemps installés dans les zones périphériques des espaces forestiers protégés (Alibori supérieur, Pendjari, parc W) du Bénin afin de mieux gérer les ressources alimentaires, pour s'adapter aux insuffisances alimentaires et pour s'éloigner des zones de conflits (Assani S, 2017). La présente loi intensifierait cette dynamique d'installation des campements d'éleveurs autour des aires protégées.

Toutefois, l'exploitation des espèces fourragères des parcours reste toujours limitée et insuffisante en raison de leur disponibilité saisonnière, des difficultés d'accès et les perturbations climatiques qui y sont liées (FAO, 2012 ; Sounon Kon'De et al., 2019). Ces nouvelles dispositions entraîneraient une utilisation abusive des mêmes parcours conduisant à la destruction du couvert végétal et la dégradation des terres. Dans ces conditions, l'élevage bovin transhumant doit trouver des solutions viables afin de limiter les pénuries alimentaires saisonnières et d'améliorer la qualité des aliments du bétail (Diogo et al., 2018).

La présente étude vise à analyser les stratégies d'adaptation des différents groupes d'éleveurs bovins au Nord Bénin face aux problèmes liés à l'offre fourragère et dans un contexte actuel contraint de sédentarisation des troupeaux.

MATERIEL ET METHODES

Zones d'étude

La présente étude a été réalisée au nord du Bénin et a pris en compte trois communes appartenant à trois zones agroécologiques. Elles se distinguent par leurs potentialités pastorales (disponibilité annuelle en ressources fourragères et hydriques) et leur effectif bovin (ANOPER, 2014). Il s'agit de : Gogounou dans la zone cotonnière du Nord Bénin, Kalalé dans la zone vivrière du Sud Borgou (ZVSB), et Tchaourou dans la zone cotonnière du Centre Bénin (figure 1). Les caractéristiques des trois principales zones d'étude sont consignées dans le tableau I.

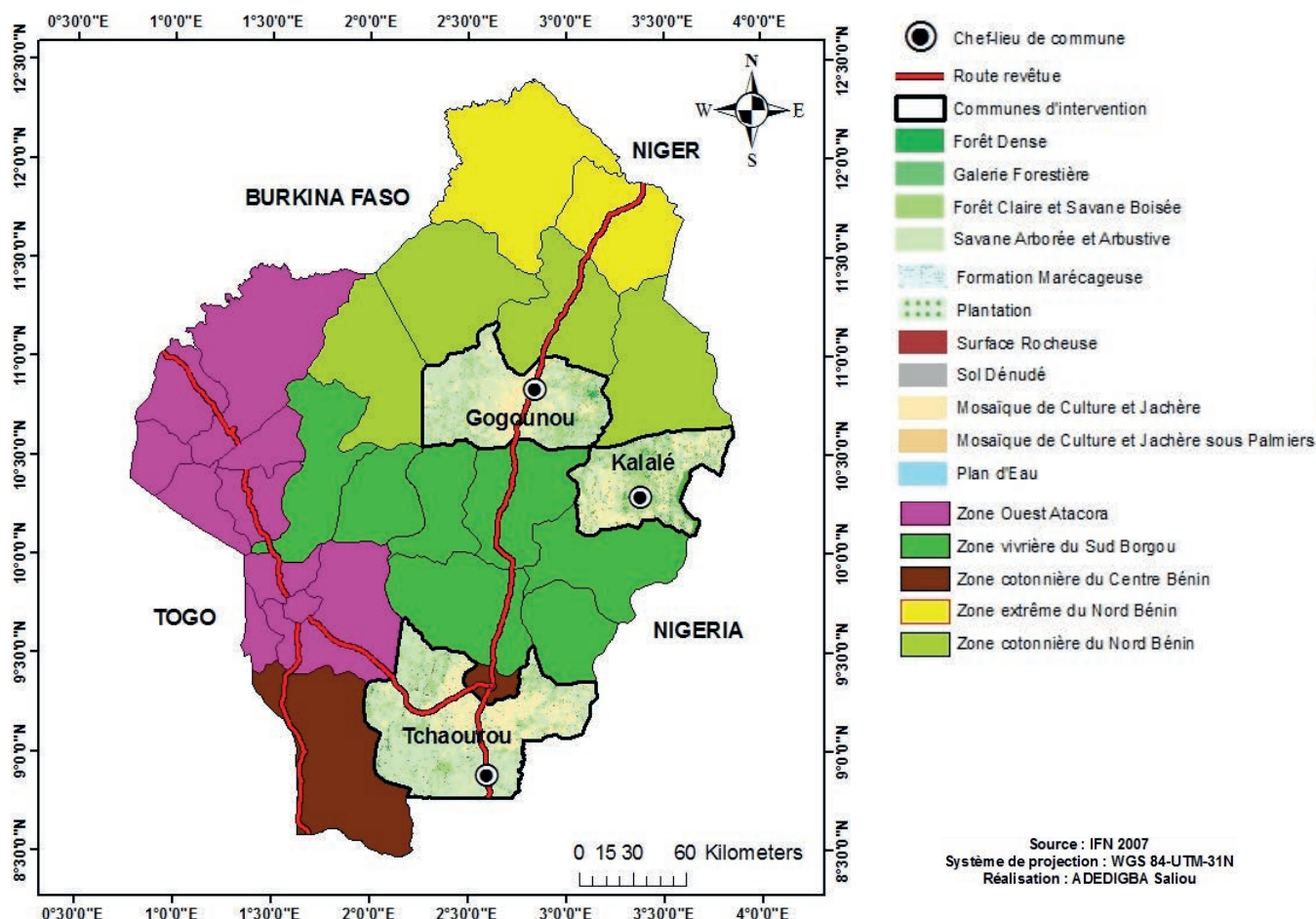


Figure 1 : Localisation des communes d'étude suivant la répartition des zones agroécologiques au Nord Bénin /// Location of studied communes according to the distribution of agro-ecological zones in North Benin

Tableau I : Caractéristiques des communes d'étude suivant la répartition des zones agroécologiques au Nord Bénin /// *Characteristics of study communes according to the distribution of agro-ecological zones in North Benin*

Zones agropastorales	Caractéristiques		Effectif bovin		Commune
	Zones agro-écologiques	Caractéristique de l'élevage et des pâturages	2013	2021	
Zone 1	Vivrière du Sud Borgou	Présence des zones de forêts classées exploitées par les bovins (forêts des trois rivières) Zone de transhumance transfrontalière Bénin-Nigéria Pluviométrie moyenne de 904,9 mm/an	1,36 million*	1,15 million**	Kalalé
Zone 2	Cotonnière du Nord	Élevage développé avec pâturage de productivité et de qualité médiocre Présence de nombreuses forêts classées exploitées par les bovins Pluviométrie moyenne de 1 100 mm/an			Gogounou
Zone 3	Cotonnière du Centre	Pâturage de très bonne qualité avec d'énormes possibilités de développement de l'élevage Zone de transition et d'accueil des transhumants Pluviométrie moyenne de 1 023,6 mm/an			Tchaourou

Sources : *ANOPER, 2014 ; **MAEP, 2021

Échantillonnage et collecte de données

La collecte de données sur les stratégies d'adaptation des élevages aux pénuries alimentaires et à la sédentarisation des troupeaux a été réalisée au cours d'une enquête semi-structurée auprès de 280 élevages familiaux de bovins dans les trois zones agroécologiques de l'étude. Les élevages familiaux regroupent un ensemble d'individus autogérant les mêmes ressources animales et agricoles et vivant sous l'autorité d'un chef d'exploitation qui coordonne les activités. Au total, trois arrondissements ont été choisis par zone et deux villages ont été ciblés par arrondissement. Les villages ont été choisis sur la base de leur accessibilité et l'effectif des élevages familiaux de bovins installés (au moins 30 animaux) à partir de la liste du recensement communal des éleveurs au niveau des Unions Communales des Organisations Professionnelles d'Éleveurs de Ruminants. Les informations collectées sont liées principalement aux types de formations végétales pâturés par les animaux, les facteurs de choix des zones de pâturages et les pratiques d'adaptation des élevages dans les conditions

actuelles de pénurie alimentaire et de sédentarisation des animaux, les facteurs déterminants des principales stratégies d'adaptation des élevages. Ces enquêtes ont été réalisées durant la période de septembre à décembre 2021 dans les trois zones. Elles ont pris en compte les trois principaux groupes d'élevage identifiés au cours de l'enquête de références : les élevages sédentaires de bovins (ES), les élevages semi-sédentaires locaux (ES-MTer) et les élevages semi-sédentaires transfrontaliers (ES-MTf : Adédigba et al., 2023). La collecte de données a concerné ces trois groupes d'éleveurs (tableau II).

Analyse des données

Le traitement des données a été réalisé à partir d'une typologie des stratégies à travers une analyse factorielle des correspondances multiples (AFCM) suivie d'une classification ascendante hiérarchique (CAH) à l'aide du package *FactoMineR* (Husson et al., 2017) du logiciel R (R Core Team, 2022). Une classification des individus et des variables a été présentée sur les deux premiers axes factoriels. Les

Tableau II : Répartition des éleveurs enquêtés suivant les groupes d'élevages /// *Breakdown of farmers surveyed by farm group*

Groupes d'élevage	Caractéristiques	Proportions	Nombre d'éleveurs enquêtés
Groupe 1 : Élevages sédentaires (ES)	Élevages sédentaires Effectif bovin faible ($28,7 \pm 17,4$ têtes) Limite de pâturage : terroir villageois Race bovine uniforme (Borgou ou Yakana) Fertilisation organique et traction animale	41,8 %	117 éleveurs
Groupe 2 : Élevages semi-Sédentaires avec Mobilité Transfrontalière (Es-MTf)	Systèmes semi-sédentaires Mobilité transfrontalière Effectif bovin élevé ($105,2 \pm 84,2$ têtes) Race de bovin multiple	19,3 %	54 éleveurs
Groupe 3 : Élevage semi-sédentaire avec mobilité territoriale (Es-MTer)	Systèmes semi-sédentaires Mobilité territoriale Effectif bovin peu élevé ($46,8 \pm 31,2$ têtes) Race de bovin uniforme	38,9 %	109 éleveurs
Total			280 éleveurs

Source : Adédigba et al., 2023

élevages adoptant les différents groupes de stratégies d'adaptation obtenus ont été comparés en eux. Le test de Chi-carré (χ^2) suivi du test bilatéral de Z a permis de faire la différenciation des variables qualitatives. Le test d'analyse des variances ANOVA suivi du test de Turkey a été utilisé pour les variables quantitatives. Les différences statistiques ont été considérées comme significatives à $p < 0,05$.

■ RESULTATS

Stratégies d'adaptation des éleveurs aux insuffisances alimentaires des animaux

Facteurs de choix des zones de pâture des troupeaux bovins

L'accès à la terre (86,8 % des éleveurs) a été révélé comme le principal facteur de choix des zones de pâture dans les élevages étudiés. Ensuite, la qualité fourragère (60,6 % des éleveurs) et la disponibilité en eau (47,8 % des éleveurs) des zones de pâture étaient pris en compte par les éleveurs dans la conduite des troupeaux. D'autres facteurs de faible importance ont été rapportés par quelques éleveurs tels que : l'absence de maladie (19,3 % des éleveurs), la distance des pâturages et la disponibilité des terres. Ces derniers facteurs ont été rapportés essentiellement par les éleveurs semi-sédentaires locaux appartenant en majorité à la zone cotonnière du Centre Bénin. La disponibilité des terres est également un facteur prépondérant dans la recherche des pâturages surtout dans les ES-MTer (100 % des éleveurs) localisés majoritairement dans la zone cotonnière du Nord (ZCN) marquée par la pression foncière (figure 2).

Stratégies d'adaptation des éleveurs face aux insuffisances fourragères

Les différentes stratégies d'adaptation adoptées par les différents groupes d'éleveurs sont présentées dans la figure 3. Il existe une différence significative entre les stratégies d'adaptation des éleveurs aux insuffisances alimentaires suivant les groupes d'éleveurs. La pratique de la transhumance et l'utilisation des aires protégées étaient observées dans les ES-MTer et les ES-MTf. Les résultats révèlent une diversité de stratégie qui se résume en 11 points. Cette étude révèle que la vaine pâture (100 %) représentait la principale stratégie utilisée par les éleveurs bovins du Nord Bénin pour faire face aux pénuries alimentaires. Ensuite, l'utilisation des ligneux fourragers (86,9 %), la mise en jachère des parcelles (83,8 %), l'exploitation des parcours (75,17 %), le stockage des résidus de récolte (71,8 %) sont également identifiés comme des stratégies d'adaptation utilisées par la majorité des éleveurs du Nord Bénin. La pratique de la transhumance est observée dans les ES-MTer et les ES-MTf. Pour mieux gérer les ressources des terroirs d'origine et dans les zones d'accueil de la transhumance, la majorité des ES-MTer procèdent à une division de leurs troupeaux.

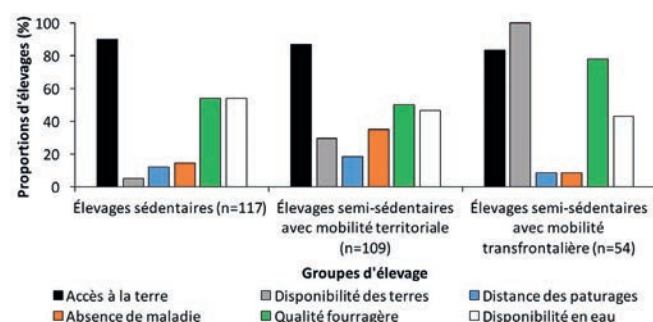


Figure 2 : Facteurs de choix des zones de pâture dans les différents groupes d'élevage étudiés /// Factors for the choice of grazing areas in the different groups of farms studied

La jachère servant de zone de pâture des animaux et de renouvellement de la fertilité des sols était pratiquée par tous les élevages sédentaires. Pour s'adapter à la pénurie alimentaire en période sèche, les ES-MTf font des pâturages extérieurs dans les terroirs limitrophes et dans les espaces forestiers afin d'assurer la disponibilité alimentaire des animaux. L'usage des modes d'exploitation rotationnels des parcours est rapporté par la majorité des élevages sédentaires (99,2 %). L'étude a révélé que la culture fourragère est observée dans quelques élevages des différents groupes (moins de 25 %) et apparaît comme une nouvelle stratégie d'adaptation des éleveurs à la pénurie alimentaire des animaux.

Typologie des stratégies d'adaptation des élevages bovins

L'étude des corrélations entre les différentes variables sur les stratégies d'adaptation a permis d'obtenir une contribution de 63,9 % à l'inertie totale sur les trois premiers axes factoriels et de représenter les individus et les variables sur les deux premiers axes. À travers une CAH nous avons pu réaliser une typologie des individus et des variables associées. Les individus et les variables sur les deux premiers axes factoriels ont été présentés dans la figure 3.

Caractérisation des pratiques des élevages bovins

Le tableau III résume les principales variables actives caractéristiques des différents groupes typologiques issus des stratégies d'adaptation. Trois groupes de stratégies ont été obtenus.

■ Groupe 1 : Élevages à stratégie d'adaptation basée sur l'agropastoralisme EAP (119 élevages soit 42,5 % de l'échantillon)

Les principales stratégies d'adaptation des élevages de ce groupe sont marquées par la vaine pâture et le stockage des résidus de récolte en période sèche froide, l'utilisation des ligneux fourragers en période sèche chaude et l'exploitation des jachères en période pluvieuse. Les

Tableau III : Répartition des variables actives selon les différents groupes de stratégies /// Breakdown of active variables by strategy group

Variables	CODE	EAP (n=119)	EMim (n=59)	EMAP (n=102)	p-value
Culture fourragère	Cfge	15,1 ^b	18,6 ^{ab}	25,5 ^a	0,15
Complémentation alimentaire	Com	52,1 ^a	49,2 ^a	36,3 ^b	0,05
Division du troupeau	Div	0,0 ^c	71,2 ^a	50,0 ^b	<0,0001
Formes d'exploitation des parcours	Exp	100 ^a	5,1 ^c	89,2 ^b	<0,0001
Pâturages extérieurs	Ext	32,8 ^b	0,0 ^c	89,2 ^a	<0,0001
Jachères	Jac	99,2 ^a	100 ^a	55,9 ^b	<0,0001
Ligneux fourragers	Lig	84,9 ^b	67,8 ^c	97,1 ^a	<0,0001
Stockage de résidus de récolte	Stck	95,0 ^a	76,3 ^b	59,8 ^c	<0,0001
Vaine pâture	Vain	100 ^a	100 ^a	100 ^a	NA
Aire protégée	Air	9,2 ^c	18,6 ^b	87,3 ^b	<0,0001
Transhumance	Trans	2,5 ^b	98,3 ^a	99,0 ^a	<0,0001

NA : non défini ; EAP : Élevages à stratégie d'adaptation basée sur l'agropastoralisme ; EMim : Élevages à stratégie d'adaptation mixte basée sur les mobilités de courtes et longues distances avec division du troupeau ; EMAP : Élevages à stratégie d'adaptation basée sur la mobilité dans les aires protégées /// NA: not defined; EAP: Livestock with adaptation strategy based on agropastoralism; EMim: Livestock with mixed adaptation strategy based on short- and long-distance mobility with herd partitioning; EMAP: Livestock with adaptation strategy based on mobility in protected areas

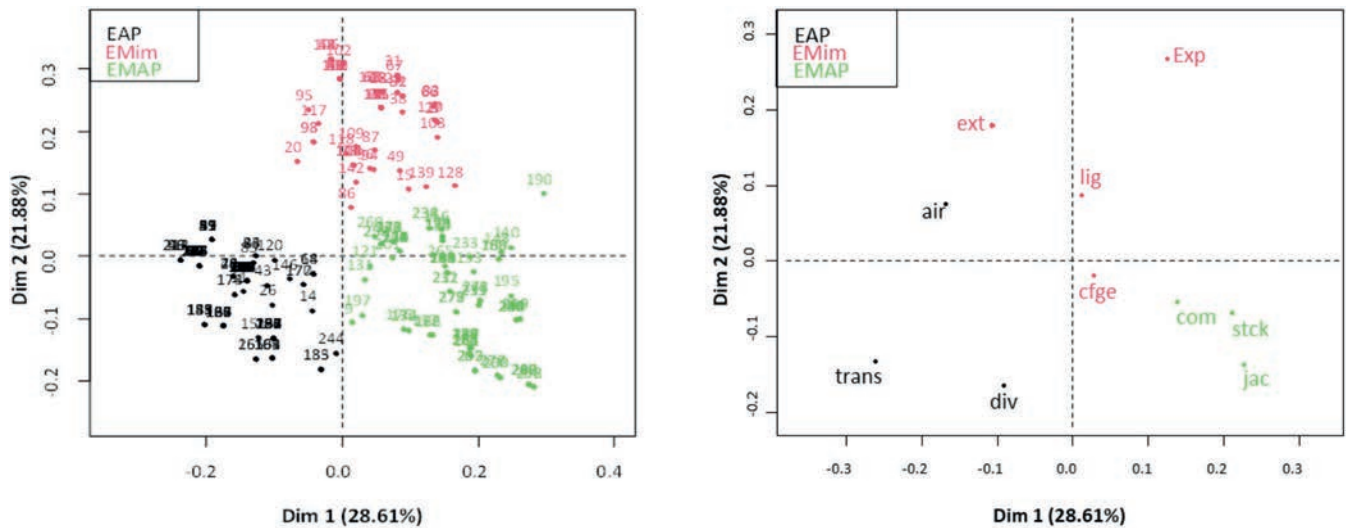


Figure 3 : Représentation des individus (gauche) et des stratégies d'adaptation (droite) sur les deux premiers axes factoriels suivant les groupes de stratégie d'adaptation /// *Representation of individuals (left) and adaptation strategies (right) on the first two factorial axes according to adaptation strategy groups*

(gauche) cfge : Culture fourragère ; div : Division du troupeau ; exp : Forme d'exploitation des parcours ; ext : Pâturage extérieur ; jac : Jachère ; Lig : Ligneux fourrager ; stck : Stockage de résidus de récolte ; air : Aire protégée ; trans : Transhumance ; com : Complémentation alimentaire. (droite) EAP : Élevages à stratégie d'adaptation basée sur l'agropastoralisme ; EMim : Élevages à stratégie d'adaptation mixte basée sur les mobilités de courtes et longues distances avec division du troupeau ; EMAP : Élevages à stratégie d'adaptation basée sur la mobilité dans les aires protégées /// (left) cfge: Fodder crop; div: Herd partitioning; exp: management of grazing areas; ext: Outside grazing; jac: Fallow; Lig: Fodder trees; stck: Storage of crop residues; air: Protected area; trans: Transhumance; com: Complementary feeds. (right) EAP: Livestock with an adaptation strategy based on agropastoralism; EMim: Livestock with a mixed adaptation strategy based on short- and long-distance mobility with herd partitioning; EMAP: Livestock with an adaptation strategy based on mobility in protected areas

formes d'exploitation des pâturages caractérisées par les pâturages rotationnels sont effectuées au cours de l'année pour assurer la gestion des ressources et la disponibilité alimentaire des animaux. Les éleveurs de ce groupe produisent les cultures fourragères (15,1 % des élevages) pour améliorer le disponible fourrager des élevages. Ils exploitent en majorité les champs, les basfonds, les jachères et les plantations disponibles dans les terroirs villageois ou dans les terroirs limitrophes.

■ **Groupe 2 :** Élevages à stratégie d'adaptation mixte basée sur les mobilités de courtes et longues distances avec division du troupeau EMim (59 élevages soit 21,1 % de l'échantillon)

En général, les stratégies d'adaptation des éleveurs de ce groupe étaient basées sur la vaine pâture et le stockage des résidus de récolte en saison sèche froide ; la transhumance, la division du troupeau, l'utilisation des ligneux fourragers et la complémentation alimentaire dans certains élevages en période sèche chaude. La saison pluvieuse est caractérisée par l'utilisation des jachères, la division des troupeaux. Les champs de culture, les jachères, les basfonds et les plantations étaient les principales zones de pâture utilisées par leurs troupeaux. La culture fourragère paraît comme une nouvelle stratégie d'adaptation des éleveurs et était faiblement adoptée (18,6 % des élevages).

■ **Groupe 3 :** Élevages à stratégie d'adaptation basée sur la mobilité dans les aires protégées EMAP (102 élevages soit 36,4 % de l'échantillon)

En saison pluvieuse, ces élevages utilisaient une diversité de stratégies d'adaptation basée sur l'usage des couloirs de passage, les plantations, le pâturage extérieur, le départ pour la petite transhumance, l'utilisation des jachères, la division du troupeau et l'exploitation des parcours naturels pour mieux gérer les ressources disponibles du terroir. En saison sèche froide, la vaine pâture dans les champs et les basfonds, les pâturages à l'extérieur du terroir et le stockage des résidus de récolte étaient utilisés. La transhumance dans les aires protégées et

l'utilisation des ligneux fourragers étaient principalement utilisées. Toutefois, la complémentation alimentaire et la culture fourragère étaient faibles dans ce groupe en raison du caractère mobile des animaux dans les exploitations.

Zones de pâture des animaux bovins suivant les groupes de stratégies d'adaptation

Les différentes zones de pâture utilisées par les troupeaux sont présentées par le tableau IV suivant les groupes de stratégies adoptées sur trois périodes d'exploitation des ressources alimentaires au cours de l'année : la saison pluvieuse, la saison sèche froide et la saison sèche chaude. Cette étude a révélé l'utilisation de huit zones différentes de pâture par les troupeaux : les champs de cultures, les basfonds, les plantations, les parcours naturels, les couloirs de passage, les forêts, les vallées et les jachères. Durant les saisons pluvieuse et sèche chaude plusieurs formations végétales étaient exploitées. Mais en saison sèche froide, les troupeaux exploitaient les champs de cultures et les basfonds de production rizicole. Quant aux élevages à stratégie basée sur l'agropastoralisme EAP, ils utilisaient fortement les jachères, les plantations et les basfonds en saison pluvieuse et les champs, les basfonds et quelques forêts locales en saison sèche chaude. Les élevages à stratégie d'adaptation mixte basée sur les mobilités de courtes et longues distances avec division du troupeau EMim exploitaient les jachères, les basfonds et les vallées en saison pluvieuse, et les champs de culture, les plantations et quelques vallées et basfonds en saison sèche chaude. Les couloirs de passage étaient beaucoup plus utilisés par les élevages EMAP en saison pluvieuse.

Déterminants des stratégies d'adaptation des élevages au Nord Bénin

Les facteurs déterminants des différents groupes de stratégies d'adaptation des élevages bovins au Nord Bénin sont présentés dans le tableau V. Les élevages à stratégie d'adaptation basée sur l'agropastoralisme EAP ont été les plus prépondérants. Ils ont été en majorité

Tableau IV : Différentes zones de pâture utilisées par les troupeaux en fonction des stratégies d'adaptation des élevages durant l'année /// *Different grazing areas used by herds depending on their adaptation strategies during the year*

Variables	Modalité	EAP (n=119)	EMim (n=59)	EMAP (n=102)	p-value
Zone de pâture période pluvieuse	Basfond	48,7 ^a	61,0 ^a	17,7 ^b	<0,0001
	Champs	0,0 ^a	1,7 ^a	4,9 ^a	
	Couloir	13,5 ^b	0,0 ^c	61,8 ^a	
	Parcours	32,8 ^b	6,8 ^c	92,2 ^a	
	Plantation	42,9 ^a	8,5 ^b	50,0 ^a	
	Forêt	3,4 ^b	1,7 ^b	59,8 ^a	
	Vallée	35,3 ^b	22,0 ^c	61,8 ^a	
	Jachère	94,1 ^a	93,2 ^a	70,6 ^b	
Zone de pâture période sèche froide	Basfond	25,2 ^b	1,7 ^c	46,1 ^a	<0,0001
	Champs	100 ^a	100 ^a	100 ^a	
	Parcours	22,7 ^a	3,4 ^b	25,5 ^a	
	Forêt	0,0 ^a	1,7 ^a	1,0 ^a	
	Vallée	1,7 ^b	1,7 ^b	8,8 ^a	
	Jachère	0,8 ^a	0,0 ^a	0,0 ^a	
Zone de pâture période sèche chaude	Basfond	37,0 ^a	22,0 ^b	19,6 ^b	<0,0001
	Champs	94,1 ^a	89,8 ^a	99,0 ^a	
	Couloir	1,7 ^b	0,0 ^b	13,7 ^a	
	Parcours	38,7 ^b	3,4 ^c	71,6 ^a	
	Plantation	31,1 ^b	69,5 ^a	0,0 ^c	
	Forêt	13,5 ^b	13,6 ^b	79,4 ^a	
	Vallée	36,1 ^b	18,6 ^c	51,0 ^a	
	Jachère	6,7 ^b	13,6 ^b	2,0 ^a	

EAP : Élevages à stratégie d'adaptation basée sur l'agropastoralisme ; EMim : Élevages à stratégie d'adaptation mixte basée sur les mobilités de courtes et longues distances avec division du troupeau ; EMAP : Élevages à stratégie d'adaptation basée sur la mobilité dans les aires protégées /// EAP: Livestock with an adaptation strategy based on agropastoralism; EMim: Livestock with a mixed adaptation strategy based on short- and long-distance mobility with herd partitioning; EMAP: Livestock with an adaptation strategy based on mobility in protected areas.

de la ZVSB (52,5 %) et quelques-uns appartenait aux zones cotonnières du centre (figure 4). Les stratégies de type EAP ont été majoritairement utilisées par les élevages bovins sédentaires (95,8 %). L'effectif moyen du troupeau dans les élevages à stratégie EAP est plus faible comparé aux autres groupes de stratégies ($29 \pm 17,9$ têtes). La part de terres agricoles emblavées était également plus élevée dans ce groupe que dans les autres groupes de stratégies ($8,4 \pm 6,58$ ha). Les élevages à stratégie d'adaptation mixte basée sur les mobilités de courtes et longues distances avec division du troupeau (EMim) sont plus faiblement représentés (21,1 % des élevages) avec un système d'élevage semi-sédentaire à mobilité territoriale (89,8 %). Ils étaient en grande partie de la ZVSB (94,9 %). L'effectif moyen des troupeaux bovins de ce groupe est modéré avec $51 \pm 30,8$ têtes. Les limites de transhumance ont été beaucoup plus les communes d'installation des élevages (64,4 %) et quelques fois le département (28,8 %). Les élevages à stratégie d'adaptation basée sur la mobilité dans les aires protégées EMAP appartiennent en majorité à la ZCN (62,8 %) et du centre (36,3 %). L'effectif moyen des troupeaux est caractéristique de ce groupe de stratégie ($74 \pm 72,2$ têtes de bovins). Les limites de la transhumance sont beaucoup plus diversifiées et marquées par un déplacement vers les zones des aires protégées nationales et frontalières. Les surfaces agricoles emblavées par les élevages à stratégie de types EMAP et EMim ont été de manière générale plus faibles que celles des élevages à stratégie EAP (tableau V).

■ DISCUSSION

Dynamiques des pratiques d'adaptation des élevages aux insuffisances alimentaires et à la sédentarisation

Le nord du Bénin fait face à une pression foncière et à la territorialisation des parcours naturels suite à l'extension des terres agricoles, de la régulation de la transhumance et à la variabilité climatique (Gonin, 2016 ; Dossouhoui et al., 2023). Les éleveurs sédentarisés doivent désormais autogérer les espaces pastoraux marqués par une dégradation importante des ressources alimentaires et une utilisation commune avec les autres éleveurs locaux et les transhumants. Pour assurer une meilleure valorisation spatiale et temporelle des ressources disponibles, les éleveurs mettent en place diverses stratégies

Tableau V : Déterminants des stratégies d'adaptation des élevages au Nord Bénin /// *Determinants of adaptation strategies on livestock farms in North Benin*

Variables	Modalités	EAP (n=119)	EMim (n=59)	EMAP (n=102)	P-value
Localisation des éleveurs	ZVSB	52,9 ^b	94,9 ^a	1,0 ^c	<0,0001
	ZCC	33,6 ^a	5,1 ^b	36,3 ^a	
	ZCN	13,5 ^b	0,0 ^c	62,8 ^a	
Limite de transhumance	1=Terroir ($d \leq 10$ km avec retour)	96,64 ^a	3,4 ^b	2,0 ^b	<0,0001
	2=Commune ($10 < d \leq 30$ km)	3,36 ^b	64,4 ^a	52,9 ^a	
	3=Département ($30 < d \leq 60$ km)	0,0 ^b	28,8 ^a	0,0 ^b	
	4=Région ($60 < d \leq 100$ km)	0,0 ^b	0,0 ^b	10,8 ^a	
	5=Pays voisin ($d > 100$ km)	0,0 ^c	3,4 ^b	34,3 ^a	
Groupes d'élevage	ES	95,8 ^a	3,4 ^b	1,0 ^b	<0,0001
	Es-MTf	4,2 ^b	6,8 ^b	44,1 ^b	
	Es-MTer	0,0 ^c	89,8 ^a	54,9 ^b	
Superficies emblavées (ha)		$8,4 \pm 6,58^a$	$6,9 \pm 5,65^{ab}$	$6,0 \pm 4,54^b$	0,03
Effectif bovin (têtes)		$29,1 \pm 17,88^a$	$51,7 \pm 30,8^b$	$74,8 \pm 72,2^c$	<0,0001

Les valeurs des probabilités inférieures à 0,05 sont significatives ; EAP : Élevages à stratégie d'adaptation basée sur l'agropastoralisme ; EMim : Élevages à stratégie d'adaptation mixte basée sur les mobilités de courtes et longues distances avec division du troupeau ; EMAP : Élevages à stratégie d'adaptation basée sur la mobilité dans les aires protégées ; d : distance de déplacement ; ZVSB : Zone vivrière du Sud Borgou ; ZCN : Zone cotonnière du nord ; ZCC : Zone cotonnière du Centre /// *Probability values below 0.05 are significant; EAP: Livestock with an adaptation strategy based on agropastoralism; EMim: Livestock with a mixed adaptation strategy based on short- and long-distance mobility with herd partitioning; EMAP: Livestock with an adaptation strategy based on mobility in protected areas; d: travel distance; ZVSB: South Borgou food production zone; ZCN: Northern cotton zone; ZCC: Central cotton zone.*

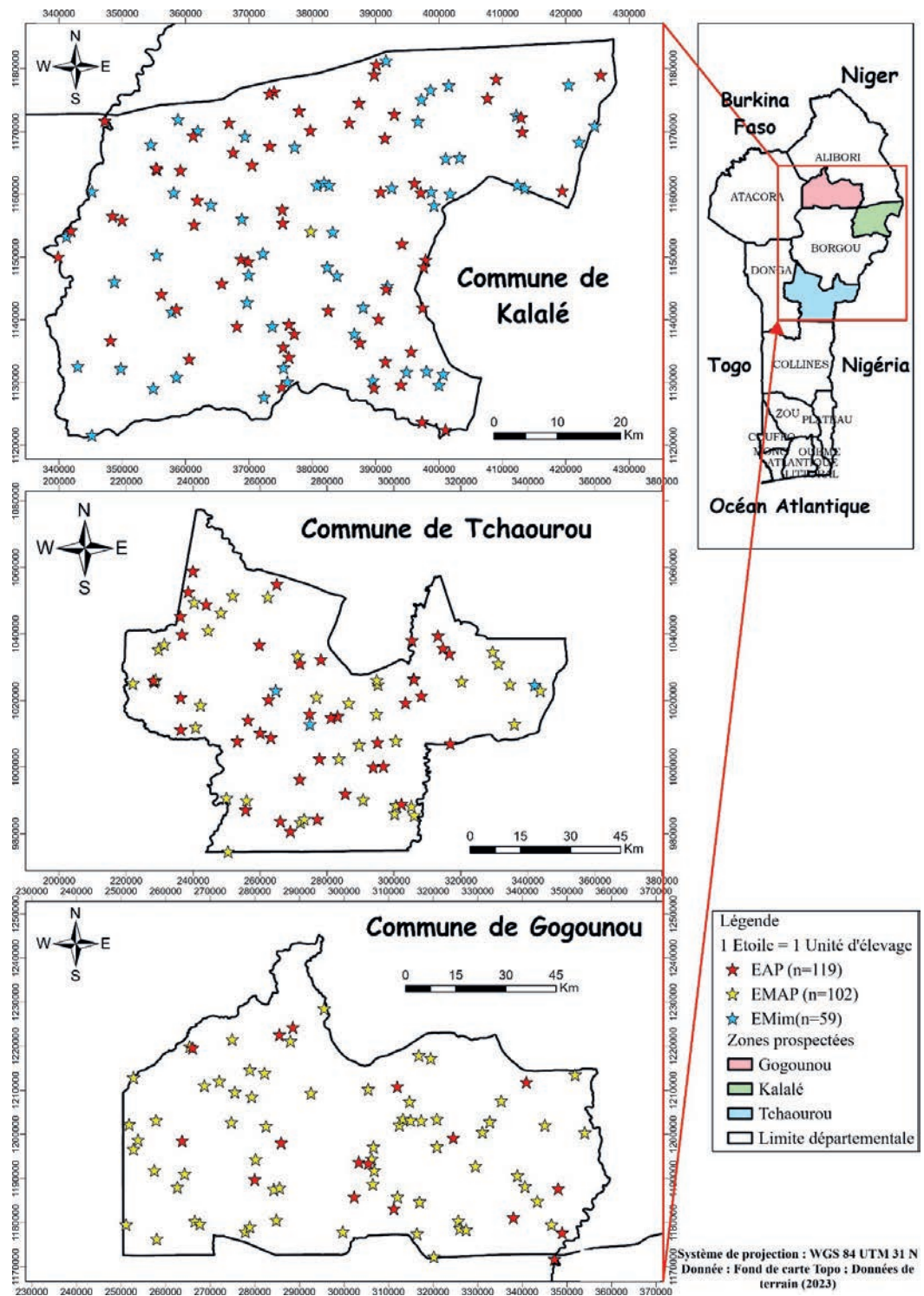


Figure 4 : Cartographie de la répartition des principaux groupes de stratégie d'adaptation suivant les zones d'étude // Map of the distribution of the main adaptation strategy groups by study area

dépendant du système de production, de l'effectif des animaux et de la zone agroécologique (Koutou et al., 2016). L'ensemble de ces pratiques contribuent au maintien des élevages de par la préservation de la santé des animaux, la rentabilité économique et le maintien de l'exploitation (Kandlikar et Risbey, 2000). Les élevages à stratégie basée sur l'agropastoralisme regroupent les anciens transhumants qui se sont sédentarisés depuis quelques années. Avec les variabilités climatiques, les pertes de troupeaux et les situations conflictuelles, ces élevages ont créé des territoires autour des zones urbaines et périurbaines tout en pratiquant l'agriculture de rente pour diversifier leurs sources de revenus. Ils regroupent également les agriculteurs qui ont constitué des troupeaux au fil des années pour la traction animale et

pour la diversification de leurs revenus. Ces types de stratégies d'adaptation des élevages ont été reportées au Bénin et en Afrique de l'Ouest dans les élevages bovins extensifs fortement basés sur l'exploitation des ressources naturelles (Gonin, 2016 ; Sounon Kon'De et al., 2019). Pour mieux gérer les ressources disponibles, ils pratiquent diverses formes d'exploitation des pâturages (rotationnel ; Djenontin, 2010). Les parcours dans les zones d'étude ont connu une régression importante au fil des années en raison de l'expansion des terres agricoles avec la culture du coton et des produits vivriers (maïs, soja). Plus de 52,6 % (1 165 907 ha) des terres disponibles au nord-est du Bénin (Alibori et Borgou) sont aujourd'hui exploitées pour les activités agricoles (MAEP, 2021). La disparition des zones de parcours en raison

de la pression foncière et de leur inaccessibilité oblige les agro-éleveurs à utiliser les parcelles non cultivées pour la pâture des animaux (Djenontin et al., 2002a). Dans la ZVSB, 9,2 % des terres exploitables sont mises en jachère et constituent la principale formation pâturée en saison pluvieuse (MAEP, 2021). En période de récolte, les résidus disponibles sont pâturés grâce au droit de vaine pâture existant dans les terroirs (Diogo et al., 2018). Ces résidus de récolte sont également stockés en complément à l'alimentation des animaux en période de récolte pour répondre à la pénurie alimentaire en période chaude, limiter le déplacement des animaux et concurrencer l'utilisation des résidus avec les autres élevages et les transhumants. Cette pratique est prépondérante dans les sociétés d'éleveurs d'Afrique de l'Ouest (Koutou et al., 2016). Les résidus de récolte sont apportés en complément aux animaux avec des sous-produits agroindustriels en période chaude quand les ressources alimentaires s'amenuisent (Idrissou, 2021). La participation des femmes à la transformation des produits agricoles permet d'assurer une certaine disponibilité en sous-produits agroindustriels utilisables par les animaux. Les élevages à stratégies d'adaptation mixtes basées sur la mobilité de courtes et longues distances avec division du troupeau (EMim) disposant d'importants cheptels bovins se caractérisent par la transhumance en saison pluvieuse pour répondre à la pression agricole sur les ressources foncières et limiter les conflits avec les agriculteurs et en période sèche chaude pour s'adapter à la disponibilité temporelle des ressources alimentaires. La division du troupeau est une nouvelle stratégie permettant d'optimiser la gestion et l'utilisation spatiale des ressources dans les terroirs d'agriculteurs. En saison sèche, le recours à la transhumance est également observé dans les sociétés d'éleveurs au Sud Mali et d'autres régions d'Afrique de l'Ouest avec la disparition des mobilités en saison pluvieuse et l'amenuisement des résidus de récolte (Coulibaly et al., 2007). Les stratégies d'adaptation basées sur la mobilité dans les aires protégées (EMAP) résistent dans le temps malgré l'interdiction aux éleveurs d'exploiter les parcs nationaux, les réserves et forêts classées (Issiaka, Arouna et Imorou, 2016). Ces stratégies permettent aux pasteurs de fuir les conflits récurrents dans les terroirs et profiter de la qualité fourragère des zones forestières pour assurer la productivité des cheptels. Les campements d'éleveurs se sont installés au fil des années le long des aires protégées pour profiter des ressources fourragères, limiter les conflits et la pression foncière (Assani S, 2017). Les ligneux fourragers des aires protégées permettent de répondre adéquatement à la raréfaction fourragère en période chaude dans ces élevages. La mobilité du troupeau constitue la meilleure et la stratégie d'adaptation la plus sûre pour les éleveurs disposant d'importants cheptels bovins. Depuis plusieurs décennies pendant la transhumance de la saison sèche, les éleveurs sont obligés de fréquenter toutes les catégories d'aires protégées (parcs, réserves et forêts classées) en réponse à l'amenuisement des ressources pastorales dans les aires traditionnelles de pâturage (Issiaka et al., 2016). Ces stratégies vont s'accroître davantage avec les nouvelles dispositions et les situations actuelles dans les zones pastorales. Plusieurs auteurs ont longtemps rapporté l'importance de cette stratégie dans les élevages et en réponse à la dégradation des terres et la récurrence des conflits (Bazin, Bechir & Khamis, 2013). Ainsi, la zone Nord-Est a perdu environ 15,5 % (211 131 têtes de bovins) du cheptel bovin entre 2013 et 2021 à travers la migration vers d'autres zones et les ventes d'animaux (ANOPER, 2014 ; MAEP, 2021). Les espaces forestiers sont aujourd'hui soumis à de fortes dégradations avec une progression des zones agricoles (mosaïques de champs et de jachères) durant les dernières années et des pressions agropastorales croissantes sur l'occupation du sol (Assani S, 2017). Les marchés à bétail se sont également installés et développés dans les zones périphériques des centres urbains (ANOPER, 2014). L'élevage bovin tend aujourd'hui vers un système agropastoral marqué par l'augmentation des superficies agricoles exploitées au niveau des communautés d'éleveurs et une diminution importante des cheptels bovins. Plusieurs

autres stratégies d'adaptation ont été développées par les éleveurs pour répondre aux insuffisances alimentaires comme la complémentation à base de sous-produits agroindustriels mais cela constitue une alternative très difficile en raison de la faible capacité financière des éleveurs (Montcho et al., 2018). Dans le contexte actuel de diminution progressive des espaces pastoraux faisant de la période pluvieuse la plus difficile à vivre pour les éleveurs, plusieurs autres alternatives sont envisageables. La culture fourragère est de plus en plus observée dans les exploitations pour répondre aux insuffisances alimentaires et au bradage des surfaces pastorales. Elle constitue une alternative à la raréfaction alimentaire et l'amélioration du bien-être des troupeaux (ANOPER, 2014 ; Sanfo, Nouhoun et Kulo, 2020). Les différents groupes d'élevages ont opté pour cette pratique qui prend de l'ampleur dans les sociétés d'éleveurs au Bénin grâce aux concours des organisations d'éleveurs. Les espèces fourragères notamment *Panicum maximum* et *Khaya senegalensis* ont été installés dans les élevages. Cette stratégie est promue par le programme de la sédentarisation des élevages (ProSer) au Bénin. Toutefois, elle est limitée en raison de l'accès à la terre et du droit de propriété détenu par les communautés d'agriculteurs. Les communautés d'éleveurs jouissent malheureusement très peu de droits de propriété sur la terre au profit des agriculteurs autochtones. L'insécurité foncière devient ainsi de plus en plus récurrente dans ces zones (ANOPER, 2014). De même, les élevages font face à une compétition dans la gestion des ressources pour la mise en place des champs fourragers et la gestion agricole en saison pluvieuse qui limite considérablement la mise en œuvre de cette stratégie. L'octroi aux éleveurs de terres sur lesquelles ils pourront obtenir un droit de propriété serait l'alternative pour encourager cette stratégie d'adaptation (Amole et Ayantunde, 2016). La sécurisation foncière est indispensable pour accroître le niveau d'intégration des cultures dans les élevages. Les cultures fourragères doivent également être associées et intégrées aux cultures vivrières dans les terroirs pour accélérer leur instauration dans les systèmes de production. Les espèces pérennes peuvent être adéquatement associées aux plantations et aux jachères de longues durées. La potentialité restauratrice des plantes fourragères permettra de renforcer la structure et le niveau de fertilité des sols. Dans les zones à fortes pressions foncières, l'utilisation des plantes fourragères à double objectif (nutrition humaine et affouragement des animaux) paraît comme une alternative efficace et durable pour les éleveurs. Les légumineuses fourragères (pois d'Angole, niébé, arachide, *Mucuna*), régénératrices de la fertilité des sols, constituent des engrais verts pour le sol (Diogo, Dossou et al., 2021b). Ces différentes préoccupations constituent les nouveaux défis des organisations professionnelles d'éleveurs et des décideurs afin d'assurer la durabilité du pastoralisme dans le pays.

Facteurs déterminants de la variabilité des pratiques d'élevage bovin

Les stratégies d'adaptation des élevages bovins à la pénurie alimentaire et à la sédentarisation des élevages sont diversifiées. Elles sont imbriquées à plusieurs facteurs intrinsèques et extrinsèques liés aux systèmes d'élevage et à la gestion des ressources. La dynamique des stratégies d'adaptation au Nord Bénin se définit principalement avec les modes d'exploitation des ressources animales et pastorales. L'accès et la gestion des ressources pastorales sont des déterminants majeurs dans l'adoption des pratiques d'adaptation aux insuffisances alimentaires. Ces éléments justifient les déplacements des animaux et l'orientation du mouvement des transhumants (Talahatou et al., 2019). Les élevages bovins à caractère sédentaire sont définis de manière générale par les pratiques d'adaptation basées sur l'agropastoralisme et la gestion intégrée des ressources disponibles. Les différentes zones agroécologiques du Nord Bénin évoluent aujourd'hui avec une diversité de pratiques d'adaptation. Les zones vivrières du Sud Borgou et les zones cotonnières du Centre sont caractérisées par

une faible pression foncière (1 093 363 ha de terres non cultivées) ce qui offre une potentialité agropastorale aux éleveurs et l'émergence d'une intégration agriculture-élevage (MAEP, 2021). Ces parcelles constituent également les zones de parage des animaux en saison pluvieuse et permettent d'assurer le transfert de fertilité et la restauration du niveau de fertilité perdu (Rufino et al., 2011). D'autres études ont révélé l'importance des jachères dans les terroirs villageois pour le maintien de la fertilité des sols, l'alimentation des animaux et le flux des biomasses en zone Ouest Africain (Diarisso et al., 2012). Ces deux zones permettent de limiter le déplacement des animaux tandis que les zones cotonnières présentent une forte pression foncière avec l'expansion agricole (Djenontin, et al., 2002b). Les élevages agropastoraux ont renforcé leur système de production à travers l'appartenance aux organisations d'éleveurs pour garantir la sécurité des troupeaux et l'exercice de leur activité dans un environnement sain. Ces organisations permettent de revendiquer le droit des éleveurs et de formuler les plaidoyers au niveau du pouvoir local. Les grandes familles d'éleveurs ont disparu avec le temps au détriment de petites exploitations familiales à faible cheptel et gérant de petites superficies agricoles. L'expansion des surfaces agricoles dans ces élevages sédentaires a entraîné une régression considérable de l'effectif bovin. Avec la diversification des revenus des exploitations, les éleveurs installés depuis des années ont acquis des terres agricoles leur permettant de renforcer les pratiques agropastorales avec l'utilisation effective des résidus de récoltes. Les familles d'éleveurs ayant gardé les habitudes ancestrales sont restées dans les systèmes semi-mobiles pour répondre aux situations actuelles. Les stratégies d'adaptation basées sur la mobilité des troupeaux sont tributaires de ces élevages à grands effectifs. Les formes de mobilité sont définies par les territoires d'attaches des éleveurs. Avec l'effectif des ménages assez conséquents, la conduite des animaux est assurée par certains membres de la famille qui assurent le déplacement des animaux sous l'autorisation des chefs d'exploitation. Certains convergent vers les aires protégées situées dans les zones périphériques des communes (Wari-marou, Alibori supérieur, Ouémé-supérieure, trois rivières, etc.). Une partie importante des cheptels familiaux a alors migré vers d'autres zones au-delà des campements d'éleveurs à la recherche de meilleures conditions. Ces stratégies sont développées par les élevages bovins installés le long de la forêt classée de l'Alibori supérieur au Nord Bénin et intensifient l'installation des élevages vers ces zones (Assani S, 2017). Talahatou et al. (2019) ont également identifié l'usage des aires protégées au Nord Bénin par les éleveurs en réponse aux insuffisances alimentaires des élevages. D'autres éleveurs exploitent les espaces pastoraux locaux et des régions environnantes à la recherche des ressources pastorales disponibles. Ces disparités entre les zones sont à l'origine d'importants flux d'animaux pendant la petite et la grande transhumance et la migration d'importants cheptels entre zones (211 131 têtes de bovins) (MAEP, 2021). Ces stratégies ont été rapportées par Abdou et al. (2020) au Niger en réponse aux contraintes environnementales. La situation géographique des élevages et la taille des cheptels sont déterminantes dans la mobilité des troupeaux. Elles définissent le mouvement des troupeaux et l'amplitude de transhumance des animaux dans les différentes zones agroécologiques. Dans les zones cotonnières du centre et vivrières du Sud Borgou caractérisées par une faible pression foncière, la diversité des formations végétales pâturées et l'effectif limité du bétail ont permis aux élevages sédentaires d'assurer cette forme d'élevage et à accélérer leur transition vers la sédentarisation des animaux. Les élevages à grands effectifs sont obligés d'effectuer une mobilité vers les terroirs voisins à la recherche de meilleure condition et pour répondre au bradage des terres en saison pluvieuse. Les mêmes situations ont été observées par Talahatou et al. (2019) dans la zone de Banikoara au Nord Bénin. La mobilité de courte distance en saison pluvieuse et de longue distance en saison sèche est caractéristique des élevages de la ZVSB.

Sédentarisation des élevages face à la territorialisation des zones de pâturages et la densification des surfaces agricoles

La recherche de l'eau et des pâturages de qualité sont vitaux pour l'élevage des bovins au nord du Bénin (Djenontin, et al., 2002a). La mobilité des animaux dans les zones de pâturages est influencée par l'accès à ces deux ressources (Programme des Nations Unies pour le Développement [PNUD, 2011]). Aujourd'hui, ces ressources deviennent de plus en plus difficiles d'accès en saison pluvieuse avec l'expansion des surfaces agricoles et le bradage le long des cours d'eau. Pour faire face à cette situation, les éleveurs sont obligés de se déplacer vers les zones à faible pression foncière (9,1 % de jachères disponibles) notamment dans la zone cotonnière du Centre (ZCC) et la zone vivrière du Sud Borgou (ZVSB) avant la mise en place des cultures (Adédigba et al., 2023). Certains s'installent dans les espaces non cultivables (vallées) en période pluvieuse pour s'éloigner des conflits avec les agriculteurs et répondre à l'absence des couloirs de passage (Diogo et al., 2021a). L'expansion des terres agricoles à travers l'envahissement des zones de parcours a réduit considérablement les espaces pastoraux. La superficie totale exploitée pour les activités agricoles dans ces zones est estimée à 1 165 907 ha (52 %) ce qui exerce une forte pression sur les ressources naturelles avec l'expansion des cultures vivrières et de rente. Les vallées, autrefois utilisées en saison sèche pour leurs ligneux fourragers (Djenontin et al., 2002a), sont devenus aujourd'hui l'apanage des animaux en saison pluvieuse. L'utilisation et la concentration des animaux dans les mêmes espaces pastoraux ont engendré la dégradation des pâturages et amené les éleveurs à procéder au choix des zones de pâturages par leurs qualités fourragères. L'utilisation des parcours naturels dans ces zones devient de plus en plus difficile avec l'expansion agricole contrairement aux autres zones où les pâturages naturels constituent la principale source d'alimentation des animaux (Adédigba et al., 2023). Avec un effectif bovin faible, les éleveurs sédentaires exploitent les couloirs de passage, les jachères et les plantations en période pluvieuse pour assurer la gestion des ressources alimentaires disponibles. Actuellement, moins de 6,2 % des superficies exploitées sont mises en jachère et représentent majoritairement la surface de pâturage des animaux (MAEP, 2021). Les éleveurs semi-sédentaires locaux localisés dans les zones cotonnières du Nord à très fortes pressions foncières utilisent les terres disponibles malgré leur niveau de dégradation et la mauvaise qualité fourragère affectant considérablement la productivité des animaux (Adédigba et al., 2023). Ces terres sont majoritairement représentées par les vallées et des couloirs de passage des animaux. Aujourd'hui, les animaux sont confrontés à une raréfaction importante des ressources alimentaires en saison pluvieuse ce qui oblige les éleveurs à exploiter plusieurs formations végétales afin de répondre aux besoins des animaux (Djenontin et al., 2002a ; Adédigba et al., 2023). Les couloirs de passage, les plantations, les zones de basfonds et les vallées incultes sont aujourd'hui les véritables zones de pâturage en saison pluvieuse. Avec les problèmes alimentaires, les facteurs de choix des parcours sont limités à l'accès aux ressources alimentaires et hydriques. Les autres indicateurs comme l'absence de maladie, la qualité fourragère sont peu pris en compte dans la mobilité des troupeaux. La distance des zones de pâturages des habitations est également peu prise en compte en raison de la diminution des zones de pâturages.

■ CONCLUSION

L'élevage bovin au Nord Bénin connaît une diversité de mode de conduite et d'exploitation des ressources pastorales par les animaux. Les élevages font désormais face à des situations d'insuffisances alimentaires et de diminution des zones de pâturage pour les animaux. Pour répondre à ces problèmes, les éleveurs adoptent plusieurs

stratégies d'adaptation basées sur l'utilisation spatiale et temporelle des ressources. Trois principaux groupes de stratégie d'adaptation sont identifiés : les élevages à stratégie d'adaptation basée sur l'agropastoralisme, les élevages à stratégie d'adaptation mixte basée sur la mobilité de courte et longue distance avec division du troupeau et les élevages à stratégie d'adaptation basée sur la mobilité dans les aires protégées. La localisation des élevages, l'effectif des troupeaux, le système d'élevage sont déterminants dans le choix des stratégies d'adaptation. Aujourd'hui avec le ProSer, les stratégies d'adaptation basée sur la mobilité du troupeau connaissent de nombreuses difficultés avec la raréfaction des zones de pâture et l'interdiction d'usage des aires protégées qui peuvent disparaître avec le temps. Il convient ainsi de trouver des alternatives de gestion durable des ressources et d'amélioration de la productivité des animaux pour assurer le maintien et l'accroissement des performances animales. Face à ces situations, l'intégration agriculture-élevage à travers l'instauration des cultures fourragères annuelles et pérennes dans les systèmes agricoles se trouve être l'un des nouveaux défis pour les 136 223 éleveurs de bovins appartenant aux organisations professionnelles d'éleveurs. Pour y parvenir, il est urgent de lever certaines barrières notamment la disponibilité de terres, l'accès aux semences et l'appui technique et financier aux communautés d'éleveurs pour le développement de l'élevage.

Remerciements

Ce travail a reçu le financement du projet « Assessment of benefits and adoption constraints of green manure cover crops in Benin/Ethiopia and Kenya », piloté par le Centre International d'Agriculture Tropicale (CIAT). Le projet est financé par le Ministère Fédéral Allemand de la Coopération Économique et du Développement (BMZ/GIZ) sous le contrat 81218508, N° 14.0156.1-101.00. Le projet a été réalisé dans le cadre du programme de recherche du CGIAR sur l'eau, la terre et les écosystèmes (WLE). Nos remerciements à tous les donateurs qui ont soutenu globalement ce travail par leurs contributions au système CGIAR. Nos sincères remerciements à M. Olivier Sinabargui de l'Union Départementale des Organisations Professionnelles des Éleveurs de Ruminants (UDOPER) de Gogounou au nord-est du Bénin pour son appui technique et aux différents éleveurs pour leur disponibilité et coopération dans la collecte des données.

Conflits d'intérêts

L'étude a été réalisée sans conflit d'intérêts.

Déclaration des contributions des auteurs

SA et RVCD ont conçu, planifié et coordonné l'étude ; SA a recueilli les données ; SA et RVCD ont effectué les analyses statistiques ; SA a rédigé la première version du manuscrit ; SA, RVCD, LHD et BP ont révisé toutes les versions du manuscrit.

REFERENCES

Abdou H., Adamou Karimou I., Harouna B.K., Zataou M.T., 2020. Perception du changement climatique des éleveurs et stratégies d'adaptation aux contraintes environnementales : cas de la commune de Filingué au Niger. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **73** (2): 8190, doi: 10.19182/remvt.31873

Adédigba S., Diogo R.V.C., Dossa L.H., Paul B.K., 2023. Élevages des bovins face aux insuffisances alimentaires et à la sédentarisation des troupeaux au Nord-Bénin. *Bull. Rech. Agron. Bénin*, **33** (03): 4363

Alkoiret I.T., Babatoundé S., Radji M., 2011. Typologie des élevages bovins installés dans la commune de Ouaké au nord-ouest du Bénin. *LRRD*, **23** (3): 13

Amole T.A., Ayantunde A.A., 2016. Climate-smart livestock interventions in West Africa: A review. Working paper n° 178, CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security, Copenhagen, Denmark, 54 p. doi: 10.13140/RG.2.2.16841.95840

ANOPER, 2014. *La situation actuelle de l'élevage et des éleveurs de ruminants au Bénin : analyse et perspectives*. Annexe du document d'orientation stratégique, 68 p.

Assani Séidou A., 2017. Transhumance dans la forêt classée de l'Alibori supérieur au nord du Bénin : acteurs, pratiques d'élevage et modèle conceptuel de l'exploitation des ressources pastorales. Thèse Doct., École doctorale des sciences agronomiques et de l'eau, Université de Parakou, Bénin, 203 p.

Bazin F., Bechir A.B., Khamis D.D., 2013. *Etude prospective : systèmes d'élevage et changements climatiques au Tchad* (Final). Institut de recherches et d'applications des méthodes de développement, Tchad

Coulibaly D., Moulin C.H., Pocard Chapuis R., Morin G., Sidibé S.I., Corniaux C., 2007. Évolution des stratégies d'alimentation des élevages bovins dans le bassin d'approvisionnement en lait de la ville de Sikasso au Mali. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **60** (14): 103, doi: 10.19182/remvt.9961

Diariso T., Andrieu N., Chirat G., Corbeels M., Tittone P., 2012. Construction d'un modèle des flux de biomasses pour analyser avec les acteurs l'impact de l'introduction de l'agriculture de conservation sur la gestion de la fertilité à l'échelle du territoire villageois. Cas du Burkina Faso. In: Partenariat, modélisation, expérimentation : quelles leçons pour la conception de l'innovation et l'intensification écologique ? Actes du séminaire ASAP. 15-17 nov. 2011, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 7 p.

Diogo R.V.C., Adedigba S., Djedje M., Dossa L.H., 2018. Gestion et contribution des résidus de récolte à la réduction du déficit alimentaire des élevages traditionnels de petits ruminants dans la zone soudanienne du Nord Bénin. *Ann. UP, Série Sci. Nat. Agron.*, **8** (1): 112

Diogo R.V.C., Dossa L.H., Alkoiret I.T., Adjassin J.S., Gnavo P.G.T., 2017. Management of pastures by transhumant herders in two host areas in Benin. In: Pastoralism in the current of Global changes: Stakes, challenges and Prospects (Ed. Camara D., Taugourdeau S.), Dakar, Sénégal, 2024 Nov. 2017

Diogo R.V.C., Dossa L.H., Vanvanhossou S.F.U., Abdoulaye B.D., Dosseh K.H., Houinato M., et al., 2021a. Farmers' and Herders' Perceptions on Rangeland Management in Two Agroecological Zones of Benin. *Land*, **10** (4): 425, doi: 10.3390/land10040425

Diogo R.V.C., Dossou J.A.D., Amadi F., Bolo P., Gbedjissokpa M.G., Mukiri J., et al., 2021b. Les engrais verts et les cultures de couverture au Bénin – informations tirées de la revue littéraire, de l'évaluation agronomique et de la modélisation de la durabilité des systèmes de culture. CIAT, Nairobi, Kenya, 32 p.

Djenontin J., 2010. Dynamique des stratégies et des pratiques d'utilisation des parcours naturels pour l'alimentation des troupeaux bovins au Nord-Est du Bénin. Sciences de la Terre, Université de Abomey-Calavi, Bénin, 275 p.

Djenontin J.A., Amidou M., Baco N.M., 2002a. Diagnostic sur la gestion du troupeau : gestion des ressources pastorales dans l'Alibori et le Borgou. Actes colloque, Garoua, Cameroun, 27-31 mai 2002, 12 p.

Djenontin J.A., Wennink B., Dagbenongbakin G., Ouinkoun G., 2002. Pratiques de gestion de fertilité des sols dans les exploitations agricoles du Nord-Bénin. Savanes africaines : des espaces en mutation, des acteurs face à de nouveaux défis. Actes colloque, Garoua, Cameroun, 27-31 mai 2002, 9 p.

Dossouhoui G.I.A., Yemadje P.L., Diogo R.V.C., Balarabe O., Tittone P., 2023. "Sedentarisation" of transhumant pastoralists results in privatization of resources and soil fertility decline in West Africa's cotton belt. *Front. Sustain. Food Syst.*, **7**: 1120315, doi: 10.3389/fsufs.2023.1120315

FAO, 2012. La transhumance transfrontalière en Afrique de l'Ouest Proposition de plan d'action. *Population* **5** (4): 764

FAOSTAT, 2021. Countrystat Bénin. www.countrystatbenin.org (consulté le 27 août 2023)

Gonin A., 2016. Les éleveurs face à la territorialisation des brousses : repenser le foncier pastoral en Afrique de l'Ouest : *Ann. Géogr.*, **707** (1): 2850, doi: 10.3917/ag.707.0028

Houessou S.O., Dossa L.H., Diogo R.V.C., Houinato M., Buerkert A., Schlecht E., 2019. Change and continuity in traditional cattle farming systems of West African Coast countries: A case study from Benin. *Agric. Syst.*, **168**: 112122, doi: 10.1016/j.agry.2018.11.003

Husson F., Le S., Pagès J., 2017. Exploratory Multivariate Analysis by Example Using R. Chapman and Hall/CRC, New York, USA, 262 p., doi: 10.1201/b21874

Idrissou Y., 2021. Stratégies d'adaptation des éleveurs de bovins des zones tropicales sèche et subhumide du Bénin dans le contexte du changement climatique. Thèse Doct., École doctorale des sciences agronomiques et de l'eau, Université de Parakou, Bénin, 206 p.

Issiaka N.T., Arouna O., Imorou I.T., 2016. Cartographie de la dynamique spatio-temporelle des parcours naturels des troupeaux transhumants dans les communes de Banikoara et de Karimama au Bénin (Afrique De l'Ouest). *ESJ*, **12** (32): 251, doi: 10.19044/esj.2016.v12n32p251

- Kandlikar M., Risbey J., 2000. Agricultural Impacts of Climate Change: If Adaptation is the Answer, What is the Question? *Clim. Change*, **45** (3/4): 529-539, doi: 10.1023/A:1005546716266
- Koutou M., Sangaré M., Havard M., Vall E., Sanogo L., Thombiano T., 2016. Adaptation des pratiques d'élevage des producteurs de l'Ouest du Burkina Faso face aux contraintes foncières et sanitaires. *Agron. Afr.*, **28** (2): 1324
- MAEP, 2021. *Synthèse des principaux résultats* (Recensement national de l'agriculture No. Volume 4). Direction de la statistique agricole, Bénin
- Montcho M., Babatounde S., Aboh A.B., Houndonougbo F., Chrysostome A.M.C., 2018. Perception et adoption des innovations techniques en alimentation des ruminants au Bénin. *Agron. Afr.*, **30** (1): 3145
- Présidence du Bénin, 2019. Code pastoral en République du Bénin
- Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD), 2011. *Contribution de l'élevage à l'économie et à la lutte contre la pauvreté, les déterminants de son développement*. Ministère des ressources animales, Burkina Faso
- R Core Team, 2022. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>
- Rufino M.C., Dury J., Titttonell P., Van Wijk M.T., Herrero M., Zingore S., et al., 2011. Competing use of organic resources, village-level interactions between farm types and climate variability in a communal area of NE Zimbabwe. *Agric. Syst.*, **104** (2): 175-190, doi: 10.1016/j.agsy.2010.06.001
- Sanfo A., Nouhoun Z., Kulo E.A., 2020. Analyse des préférences des agropasteurs pour la production et la conservation du fourrage à base de variétés améliorées de cultures à double objectifs dans deux zones agro-écologiques au Burkina Faso. *J. Anim. Plant Sci.*, **46** (3): 83188335,
- Sounon Kon'De A.L.S., Lesse P., Ickowicz A., Messad S., Houinato M., Mensah G.A., 2019. Évolutions des systèmes d'élevage bovin au nord-ouest du Bénin. *Bull. Rech. Agron. Bénin*, 2229
- Talahatou T., Ibouaïma Y., Mahamadou O., Seko S.S., Sègbè H.C., 2019. Analyse des Capacités d'adaptation des Agropasteurs Face à la Vulnérabilité de l'élevage Pastoral Bovin aux Contraintes Socio-Climatiques dans l'extrême Nord du Bénin (Afrique de l'ouest). *ESJ*, **15** (30): 128-145, doi: 10.19044/esj.2019.v15n30p128
- Zakari S., Tente B.A.H., Tabou T., N'bessa B., Afouda F., Yabi I., et al., 2015. Vulnérabilité des troupeaux transhumants aux mutations climatiques : analyse des perceptions et adaptations locales dans le bassin de la Sota à Malanville. *Afr. Sci.*, **11** (3): 211-228

Summary

Adedigba S., Diogo R.V.C., Dossa L.H., Paul B.K. Adaptation strategies of sedentary cattle farms in the face of territorialization of rangelands and food shortages in northern Benin

With the expansion of agricultural land, food shortages and the sedentarization program, cattle farming systems in northern Benin must adapt to spatial and temporal variability of resources to ensure the food security of herds and the diversification of herders' income. This study aims to analyze the adaptation strategies used by herders in the context of sedentarization of animals and food scarcity. For this purpose, 280 sedentary cattle farms situated in three agro-ecological zones: Gogounou (northern cotton zone), Kalale (southern Borgou food zone) and Tchaourou (central cotton zone) were considered. The data collected included the determinants for selecting grazing areas, the grazing sites visited by herds and strategies for adapting to food shortages. A Factorial Correspondence Analysis, followed by a hierarchical classification, enabled the typology of coping strategies used by herders, and Chi-2 test was used to differentiate the various groups determined. Three groups of adaptation strategies have been identified: (i) farms with an adaptation strategy based on agropastoralism (EAP: 42.5 %); (ii) farms with a mixed adaptation strategy based on short and long-distance mobility with herd division (EMim: 21.07 %) and (iii) farms with an adaptation strategy based on mobility in protected areas (EMAP: 36.42 %). The diversity of grazing areas, the location of breeders, the cattle herd, the expansion of agricultural lands, the transhumance routes and the types of livestock farms are the main determinants of the different groups of adaptation strategies studied in northern Benin ($p < 0.05$). Forage production is expanding in all groups and is the most viable and promising strategy for ensuring animal food self-sufficiency. Providing herders with secure land title would be a great asset in promoting this adaptation strategy.

Keywords: Cattle, pastoralism, livestock feeding, feed crops, land use, Benin

Resumen

Adedigba S., Diogo R.V.C., Dossa L.H., Paul B.K. Estrategias de adaptación de las ganaderías bovinas sedentarias ante la territorialización de los pastos y la escasez de alimentos en el norte de Benín

Ante la expansión de las tierras agrícolas, la insuficiencia alimentaria y el programa de sedentarización de la ganadería, los sistemas de ganado bovino del norte de Benín deben adaptarse a partir de ahora a la variabilidad espacial y temporal de los recursos para garantizar la seguridad alimentaria de sus cabañas y la diversificación de los ingresos. Este estudio tiene como objetivo analizar las estrategias de adaptación de la ganadería bovina en el contexto actual de sedentarización y de insuficiencia alimentaria. Así, 280 rebaños bovinos sedentarios pertenecientes a tres zonas agroecológicas: Gogounou (zona algodonera norte), Kalale (zona alimentaria del sur Borgou) y Tchaourou (zona algodonera centro) fueron objeto del estudio. Los datos recogidos afectan a los factores de selección de las zonas de pastoreo, las zonas de pasto de los animales y las estrategias de adaptación a la insuficiencia alimentaria. Un análisis factorial de correspondencias múltiples (AFCM), seguido de una clasificación jerárquica ascendente, permitió elaborar una tipología de las estrategias. Se identificaron tres estrategias de adaptación: (i) ganadería con una estrategia de adaptación basada en el agropastoralismo (EAP: 42,5 %); (ii) ganadería con una estrategia de adaptación mixta basada en la movilidad a corta y larga distancia con división del rebaño (EMim: 21,1 %), y (iii) ganadería con una estrategia de adaptación basada en la movilidad en zonas protegidas (EMAP: 36,4 %). La diversidad de las zonas de pastoreo, la localización de los ganaderos, la cabaña bovina, la expansión de las zonas agrícolas, los itinerarios de trashumancia y los tipos de ganadería son los principales determinantes de los diferentes grupos de estrategias de adaptación estudiados ($p < 0,05$). El cultivo forrajero constituye la estrategia más viable y prometedora para garantizar la autonomía alimentaria. La apropiación por los ganaderos de tierras en las que podrán obtener un derecho de propiedad sería una gran ventaja para promover esta estrategia.

Palabras clave: Ganado bovino, pastoralismo, alimentación del ganado, plantas forrajeras, utilización de la tierra, Benin

Transhumance transfrontalière du bétail et répartition spatiale de la brucellose en Côte d'Ivoire

Wilfried Délé Oyetola ^{1*} Maimouna Diéne ¹
Kiffopan Benjamin M'Bari ² Bassirou Bonfoh ³
Rianatou Bada Alambédji ¹

Mots-clés

Bovin, petits ruminants, éleveur pastoral, brucellose, transhumance, maladie transfrontière, Côte d'Ivoire

© W.D. Oyetola et al., 2022



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Submitted: 24 September 2022

Accepted: 24 November 2022

Online: 16 December 2022

DOI: 10.19182/remvt.36997

Résumé

La Côte d'Ivoire est un pays ouvert à la transhumance transfrontalière du fait de son climat et du potentiel de son marché dans l'espace ouest-africain. Le partage d'espaces, les contacts et les activités socioéconomiques induisent l'émergence et la transmission de plusieurs maladies infectieuses dont la brucellose. L'objectif de cette étude a été d'explorer la répartition spatiale de la brucellose induite par la transhumance en Côte d'Ivoire. Des analyses sérologiques ont été effectuées sur 885 bovins, 83 ovins, 14 caprins et 63 bouviers dans sept régions, dont cinq recevant le bétail transhumant et deux n'en recevant pas. Les séroprévalences individuelles ont été de 4,86 % (intervalle de confiance [IC] 95 % : 3,18–6,53) chez les bovins, 4,82 % (IC95 % : 0–10,27) chez les ovins et 7,14 % (IC95 % : 0–23,11) chez les caprins ; aucun cas n'a été relevé chez les bouviers. La transhumance en provenance des pays limitrophes n'a pas augmenté la séroprévalence de la maladie dans les élevages sédentaires. Les bovins de la zone de transhumance étaient moins infectés (4,1 %) que ceux de la zone où ce type de mobilité n'était pas pratiqué (7,8 %). Les taux de séroprévalence élevés du bétail sédentaire en zone hors transhumance suggèrent d'intensifier le contrôle de la brucellose au niveau des élevages sédentaires.

■ Comment citer cet article : Oyetola W.D., Diéne M., M'Bari K.B., Bonfoh B., Bada Alambédji R., 2022. Cross-border livestock transhumance and spatial distribution of brucellosis in Côte d'Ivoire. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 75 (4): 109-116.-doi:10.19182/remvt.36997

■ INTRODUCTION

L'élevage est une activité importante pour les pays d'Afrique de l'Ouest dont près de la moitié du cheptel se trouve dans les pays sahéliens (FAO, 2021). Cet élevage est principalement conduit suivant un mode extensif fortement tributaire de la disponibilité des ressources fourragères et hydriques. Ainsi, les pays côtiers constituent, d'une part, les zones d'accueil du cheptel sahélien en saison sèche et, d'autre part, leurs marchés à bétail. Ces mobilités saisonnières et commerciales induisent une transition épidémiologique surtout avec l'émergence ou la réémergence de zoonoses (Toukara et al., 2019). Pour éviter ou atténuer l'introduction de maladies et assurer le contrôle de celles endémiques sur leur territoire, des services de contrôle vétérinaire sont déployés aux frontières des pays pour contrôler la libre circulation des personnes et des biens. L'étendue des frontières et la porosité qui en découle rendent le contrôle transfrontalier difficile avec la surveillance quasi inexistante des zoonoses comme la brucellose.

La brucellose est due à des bactéries du genre *Brucella*, dont particulièrement *B. bovis* et *B. melitensis* affectent les ruminants et les humains. Elle se manifeste cliniquement par une variété de symptômes non spécifiques comme l'avortement, l'orchite et l'hygroma chez l'animal, et une fièvre ondulante chez les humains (OMSA, 2022). En plus d'importantes conséquences économiques et du risque pour la santé publique, la brucellose constitue un frein à la productivité du cheptel des pays ouest-africains où elle est endémique.

La Côte d'Ivoire est l'un des principaux pays d'accueil pour la transhumance saisonnière et annuelle des troupeaux en provenance des pays sahéliens ; le nombre de bovins ayant séjourné au nord de la Côte d'Ivoire représente respectivement 23,8 % (DNSV, 2020) et 26,6 % (MRA, 2015) des bovins transhumants du Mali et du Burkina Faso selon les services vétérinaires de ces pays. La mobilité transfrontalière détermine la persistance et la diffusion des maladies transfrontalières dont la brucellose (Oyetola et al., 2021). L'étude menée par Kanouté et al. (2017) au nord de la Côte d'Ivoire a révélé une séroprévalence de 4,6 % chez les bovins, 5,3 % chez les humains et aucune infection (0 %) chez les petits ruminants. Dans les pays de départ des bovins transhumants en Côte d'Ivoire, les taux d'infections restent relativement plus élevés ; la séroprévalence de la brucellose est de 19,77 % au Mali (Cissé, 2015) et de 7,3 % dans les troupeaux transhumants du Burkina Faso

1. Ecole inter-Etats des sciences et médecine vétérinaires, Dakar, Sénégal.

2. Université Pelefero Gon Coulibaly, Korhogo, Côte d'Ivoire.

3. Centre suisse de recherches scientifiques en Côte d'Ivoire, Abidjan, Côte d'Ivoire.

* Auteur pour la correspondance

Tél. : +221 33 865 10 08 ; email : oyetolaw@yahoo.fr

(Dean et al., 2013). Ces troupeaux entretiennent des contacts directs et indirects avec les troupeaux sédentaires, la contamination se faisant par les brucelles excrétées, notamment lors de mises bas ou d'avortements, au niveau des points d'eaux, des pâturages et des aires de repos.

Au vu du risque de recrudescence du taux d'infection des maladies animales en raison de l'intensification de la mobilité du bétail liée aux changements climatiques et à la demande croissante en viande, il s'avère important d'analyser l'impact de la transhumance sur la distribution spatiale de la brucellose chez les ruminants domestiques sédentaires et les bouviers qui en ont la charge. L'hypothèse émise est qu'en l'absence de mesure de contrôle transfrontalier et de l'intensification de la mobilité transfrontalière, on s'attend à un accroissement de la séroprévalence de la brucellose dans les élevages sédentaires de la zone d'accueil des transhumants comparativement au reste du pays. Ainsi, cette étude visait à comparer le niveau d'infection à *Brucella* spp. des troupeaux sédentaires entre les zones de transhumance et celles qui n'accueillent pas la transhumance, en explorant l'infection chez les ruminants domestiques et les personnes en charge des animaux.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Cette étude impliquant la réalisation de prélèvements chez les humains et les animaux a été examinée et approuvée par le Comité d'éthique de la recherche de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal, sous la référence Protocole 0317/2018/CER/UCAD, et le Comité national d'éthique des sciences de la vie et de la santé (CNESVS) du ministère de la Santé et de l'Hygiène publique de la Côte d'Ivoire sous la référence 142-18/MSHP/CNESVS-km.

Zone d'étude

L'étude a été réalisée dans sept régions de la Côte d'Ivoire : le Folon, la Bagoué, le Poro, le Tchologo au nord, le Kabadougou au nord-ouest, et le Tonkpi et le Guémon à l'ouest (figure 1). Ces régions sont frontalières au nord avec le Mali et le Burkina Faso, et à l'ouest avec la Guinée et le Libéria. L'ensemble de ces régions compte une population de 6 150 834 habitants (INS, 2015) qui ont pour principales activités l'agriculture et/ou l'élevage. Le nord de la Côte d'Ivoire héberge 85 % du bétail national (ministère des Ressources animales et halieutiques, 2014) estimé à 1 694 873 bovins, 2 990 240 caprins et 2 101 203 ovins (FAO, 2021). Le nombre de bovins varie d'un troupeau à l'autre avec en général plus de femelles que de mâles mais, pour des raisons de commodité la plupart du temps, les éleveurs estiment que 50 têtes environ par troupeau

représentent un effectif raisonnable à confier à un bouvier. De plus, les troupeaux de bovins sont, souvent, mélangés avec des petits ruminants (Kanouté et al., 2017). Le nord de la Côte d'Ivoire est recouvert d'une savane arborescente contenant de grands espaces d'herbage et un relief en plateaux avec dans la zone nord-ouest de petites collines. Les caractéristiques géographiques en font une zone propice à la transhumance en raison des pâturages. Les régions du Tonkpi et du Guémon sont en zone forestière et leur relief est montagneux. Ainsi, le Nord comprend les zones d'accueil et/ou de transit des troupeaux transhumants en provenance du Mali et du Burkina Faso. L'Ouest, par contre, est une zone moins adaptée à la transhumance en raison des difficultés d'accessibilité du terrain et de l'environnement plus favorable aux vecteurs de maladies comme la mouche tsé-tsé.

Echantillonnage

La population cible était constituée principalement de ruminants sédentaires et des éleveurs ou bouviers conduisant les troupeaux. La taille de l'échantillon a été déterminée pour chaque espèce à partir de la population bovine constituée en troupeau. Celle des bovins a été définie en tenant compte de l'effet *cluster* (troupeau) dû à la sélection de plusieurs animaux à l'intérieur d'un même troupeau. Ainsi, le nombre de troupeaux de bovins (n) a été calculé en utilisant la formule ci-dessous avec un intervalle de confiance (IC) de 95 % (Dohoo et al., 2014) :

$$n = \frac{z^2 \times p(1-p)}{d^2} \times DE \quad \text{avec} \quad DE = (1 + \rho \times (m - 1))$$

où p est la séroprévalence attendue, d la précision absolue désirée, DE (*design effect*) l'effet *cluster*, m le nombre de bovins à sélectionner par troupeau, ρ le coefficient de corrélation intratroupeau, et z est égal à 1,96.

La taille de l'échantillon a été calculée avec une séroprévalence de la brucellose de 4,6 % (IC95 % : 2–10,6) chez les bovins dans le nord de la Côte d'Ivoire et une précision absolue de 4,3 % (Kanouté et al., 2017). En l'absence de programme de lutte contre la brucellose dans le pays et en raison des mouvements internes du bétail, la séroprévalence a été considérée comme uniforme sur l'ensemble du territoire. Dans chaque troupeau, nous avons sélectionné cinq bovins âgés au moins de six mois. Le coefficient de corrélation intratroupeau présumé pour le diagnostic de l'infection par *Brucella abortus* chez les bovins est de 0,1 (Otte et Gumm, 1997). Ainsi, la valeur de DE était de 1,4 et la taille de l'échantillon calculée de 128 troupeaux. Toutefois, dans la pratique, ce sont 176 troupeaux de bovins qui ont été échantillonnés, ce qui correspond à une précision absolue attendue de 3,66 %. Environ 80 % des troupeaux se trouvaient dans la zone de transhumance. La structure démographique de l'échantillon est présentée dans le tableau I.

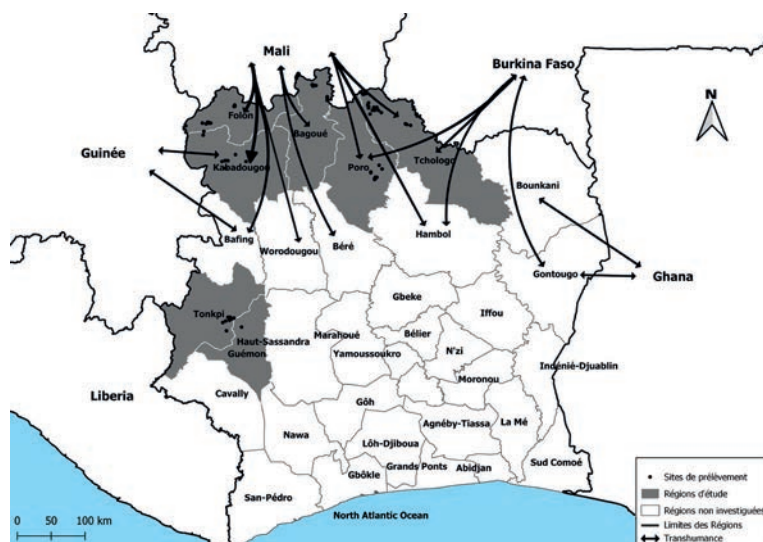


Figure 1 : Sites de prélèvements en Côte d'Ivoire. Zones d'accueil de la transhumance et pays de départ identifiés à partir d'enquêtes personnelles et des données du Réseau Billital Maroobé (2019) /// Sampling sites in Côte d'Ivoire. Transhumance reception areas and departure countries identified from personal surveys and data from the Billital Maroobé Network (2019)

Un échantillonnage à deux degrés (troupeaux, animaux) a été appliqué. Les troupeaux (1^{er} degré) ont été choisis de manière aléatoire dans chacune des régions à partir d'une liste des troupeaux dressée par les agents vétérinaires de la zone. La sélection des animaux (2^e degré) était en partie faite au hasard, étant donné que si un animal présentait ou avait présenté un hygroma, il était retenu parmi le lot de ceux à échantillonner dans le troupeau. En présence de petits ruminants joints au troupeau ou de troupeaux de petits ruminants rencontrés à proximité d'un troupeau de bovins, il était également procédé à la sélection au hasard de cinq individus par espèce, si cela était possible, pour explorer leur éventuelle implication dans l'épidémiologie de la maladie. Au total, 22 troupeaux de petits ruminants, dont 8 associés à des bovins, ont été échantillonnés (tableau I).

Pour les bouviers, nous avons retenu d'échantillonner une personne pour chaque troupeau échantillonné. Ainsi, une taille d'échantillon équivalente au nombre de troupeaux de bovins a été retenue, soit 176 bouviers ou éleveurs. Les critères d'inclusion étaient de s'occuper régulièrement des animaux et d'accepter de se faire prélever du sang en signant un consentement éclairé. Le seul critère d'exclusion était que la personne ait moins de 18 ans. Ainsi au final, nous avons obtenu un échantillon de 63 personnes, soit 36 % de l'effectif attendu, uniquement situé dans la zone de transhumance transfrontalière.

Collecte des échantillons

Les échantillons ont été collectés au cours de trois missions : deux dans les régions de la zone de transhumance transfrontalière, avec la première en septembre et octobre 2018 et la deuxième en février 2019, et la troisième dans les régions ne recevant pas de transhumants en octobre et novembre 2019.

Un prélèvement sanguin de 5 ml a été effectué sur les animaux par un vétérinaire, après la contention de l'animal, par une ponction de la veine jugulaire, dans un tube sec qui a été identifié selon le troupeau

et l'individu. Pour chaque animal prélevé, il a été également recueilli sur une fiche l'espèce, l'âge, le sexe, la race (zébu/taurin/métis), l'historique d'avortement et la présence d'hygroma. L'âge des animaux a été déterminé à partir de la dentition (Poivey et al., 1981 ; Landais et Bassewitz, 1982) et de la connaissance de l'animal par le bouvier.

Pour les humains, un prélèvement sanguin de 3 ou 4 ml a été réalisé par un infirmier ou un médecin de la localité, à partir de l'une des veines du pli du coude, dans un tube sec identifié avec les informations du troupeau. En outre, le sexe et l'ancienneté de la proximité avec le troupeau ont été recueillis.

Les échantillons sanguins ont été conservés dans une glacière contenant des pains de glace durant la collecte et le transport au laboratoire de l'établissement hospitalier de la localité où ils ont été centrifugés à 1500 tours/min pendant 10 min. Après décantation, les sérums ont été récoltés dans des cryotubes et conservés au congélateur à -20 °C, jusqu'à leur expédition au laboratoire de Microbiologie, immunologie et pathologie infectieuse (MIPI) à Dakar où les analyses sérologiques ont été effectuées.

Analyses de laboratoire

Les sérums ont été analysés avec deux tests de dépistage en parallèle, à savoir le test au rose Bengale (TRB) (Pfukenyi et al., 2020) et celui de l'Elisa de compétition (APHA, 2014) selon les procédures des fabricants. Ces tests sont recommandés par l'Organisation mondiale de la santé animale (OMSA [fondée en tant que OIE]) pour la détermination de la prévalence de l'infection à *Brucella* spp. au sein des troupeaux et la surveillance de la maladie (OIE, 2018). L'interprétation des données a été faite en parallèle (Gardner et al., 2000), en considérant un animal positif lorsqu'il était positif à au moins un des deux tests. Ce dépistage en parallèle donne une sensibilité de 99,6 % et une spécificité de 97,3 % (Traoré et al., 2021).

Traitement et analyses des données

Les résultats de chaque sérum ainsi que les données spécifiques à chacun d'eux ont été saisis dans le tableur Microsoft Excel 2016. Les âges des bovins ont été recodés selon l'usage courant en production en trois classes d'âge : de 6 mois à 4 ans, de 5 à 8 ans, et plus de 9 ans. Les classes d'âge utilisées pour les petits ruminants ont été de 6 à 12 mois, de 13 à 24 mois, et plus de 24 mois.

Les statistiques descriptives comme le calcul des fréquences des modalités de variables et des taux (séroprevalences) ont été réalisées avec Excel. La séroprevalence apparente (p) et l'IC ont été calculés au niveau individuel et du troupeau en fonction de l'espèce, de la région, du sexe, de la race et de la classe d'âge avec les formules suivantes :

$$p = \frac{n_p}{n_t} \quad (\text{Dohoo et al., 2014})$$

$$\text{et IC} = p \pm z \sqrt{\frac{DE \times p \times (1-p)}{n_t}} \quad (\text{Bennett et al., 1991})$$

où n_p est le nombre d'individus positifs, n_t le nombre d'individus testés, DE l'effet cluster, DE est égal à 1,4, et z est égal à 1,96.

Le dépistage des individus positifs étant fait en utilisant les deux tests en parallèle, l'accord entre les résultats obtenus par ces tests a été mesuré en utilisant le coefficient kappa (k) selon la formule et l'interprétation de Dohoo et al. (2014) :

$$k = 2 \frac{(ad - bc)}{(a+b)(c+d) + (a+c)(b+d)}$$

où a est le nombre de sérums positifs aux deux tests, b le nombre de sérums positifs au TRB et négatif à l'Elisa, c le nombre de sérums positifs à l'Elisa et négatif au TRB, et d le nombre de sérums négatifs aux deux tests.

Tableau I : Structure de l'échantillon de bovins et de petits ruminants (Côte d'Ivoire) /// Structure of the cattle and small ruminant sample (Côte d'Ivoire)

Caractéristiques	Bovins N (%)	Ovins (race Djallonké)	Caprins
Copâturage bovins-petits ruminants			
Non	851 (96)		
Oui	34 (4)		
Zone de transhumance			
Non	179 (20)	13 (16)	0 (0)
Oui	706 (80)	70 (84)	14 (100)
Sexe			
Femelle	629 (71)	61 (73)	12 (86)
Mâle	256 (29)	22 (27)	2 (14)
Classe d'âge			
6 mois–4 ans ^B ; 6–12 mois ^{PR}	571 (65)	8 (10)	0 (0)
5–8 ans ^B ; 13–24 mois ^{PR}	275 (31)	36 (43)	6 (43)
> 9 ans ^B ; > 24 mois ^{PR}	39 (4)	11 (13)	5 (36)
ND	–	28 (34)	3 (21)
Race			
Métis (taurin x zébu)	11 (1)	–	–
Taurin	79 (9)	–	–
Zébu	795 (90)	–	–

^B Bovins ; ^{PR} Petits ruminants ; ND : non déterminé /// ^B Cattle ; ^{PR} Small ruminants ; ND: not determined

Les cartes ont été produites avec le logiciel QGIS version 3.24.0. Une classification à quatre niveaux (absent, faible, moyen et élevé) a été considérée selon la séroprévalence. À l'échelle du troupeau, les valeurs définies pour chaque niveau ont été respectivement [0 ; 10 %], [10 ; 20 %], [20 ; 30 %] et ≥ 30 %.

Les autres analyses statistiques ont été réalisées avec le *plug-in* RcmdrPlugin.EZR inclus dans le *package* Rcmdr (Fox et Bouchet-Valat, 2020) du logiciel R version 4.1.1. La comparaison des séroprévalences en fonction de l'espèce, du sexe des bovins et des zones a été faite en se basant sur la valeur de p (Thiese et al., 2016) au seuil de 95 %, calculé en utilisant le test exact de Fisher en raison des fréquences attendues inférieures à 5 pour les modalités de certaines variables. Pour les comparaisons portant sur le sexe et la zone où se trouvaient les bovins (zone de transhumance ou non), nous avons tenu compte de l'effet *cluster*. Lorsque la valeur de p n'était pas obtenue par l'analyse, nous avons estimé la significativité de la comparaison en utilisant les intervalles de confiance obtenus.

L'association entre l'infection et les variables collectées, pour chaque individu testé selon l'espèce et au besoin le sexe, a été explorée en se basant sur le risque relatif rapproché (*odds ratio*, OR) et son intervalle de confiance obtenu en utilisant la fonction de régression logistique (Sperandei, 2014). Dans un premier temps, une analyse univariée a été réalisée pour chacune des variables collectées (sexe, classe d'âge, type de race, antécédent d'avortement, hygroma, appartenance à un troupeau mixte, etc.). Les variables retenues comme prédictives de la séropositivité pour le modèle multivarié ont été celles dont la valeur de p était inférieure à 0,2. Dans un second temps, une analyse multivariée a été faite avec l'ensemble des variables prédictives. Une variable était exclue lorsque la p de son association avec la séropositivité était supérieure ou égale à 0,05. Pour la variable sur l'avortement, seules les femelles d'au moins trois ans et demi ont été prises en compte en raison de l'âge moyen au premier vêlage des vaches en Côte d'Ivoire (Sokouri et al., 2010).

■ RESULTATS

Séroprévalence intégrée animale et humaine

Les sérums analysés provenaient de 176 troupeaux de bovins dont 8 étaient également constitués de petits ruminants, de 14 troupeaux de petits ruminants, et de 63 bouviers. La concordance des résultats obtenus par chaque test, indépendamment de l'espèce ciblée, était modérée avec un coefficient kappa égal à 0,43.

Les séroprévalences individuelles globales étaient de 4,86 % chez les bovins, 4,82 % chez les ovins et 7,14 % chez les caprins (tableau II). Il n'y a pas eu de différence significative de la séroprévalence de la brucellose selon l'espèce animale ($p = 0,198$). Aucune des 63 personnes échantillonnées dans les régions de la Bagoué, du Folon et du Tchologo n'avait d'anticorps anti-*Brucella* spp. bien qu'ayant conduit leur troupeau respectif depuis 5,5 ans en moyenne.

Tableau II : Séroprévalence individuelle de la brucellose par espèce animale et chez les humains (Côte d'Ivoire) /// *Individual brucellosis seroprevalence by animal species and in humans (Côte d'Ivoire)*

Espèces	N	P (%)	IC à 95 %
Bovins	885	4,86	3,18–6,53
Ovins	83	4,82	0–10,27
Caprins	14	7,14	0–23,11
Humains	63	0	–

P : séroprévalence, IC : intervalle de confiance /// P : seroprevalence ; IC : confidence interval

Facteurs de risques associés à la séropositivité

Chez les bovins, la séroprévalence des femelles (5,25 %, $n = 629$) était en apparence plus élevée ($p = 0,492$) que celle des mâles (3,91 %, $n = 256$). Considérés individuellement, les facteurs associés à l'infection à *Brucella* spp. des bovins étaient la race, l'âge, la région, ainsi que les antécédents d'hygroma et d'avortement (tableau III). Le développement d'un hygroma était le seul facteur significativement corrélé (OR = 23,7 ; IC95 % : 2,74–205) au statut infecté des bovins dans l'analyse multivariée. Les races taurines et zébus étaient quant à elles respectivement 0,02 et 0,05 fois significativement moins à risque d'être infectées que celles issues du métissage entre taurin et zébu. Chez les petits ruminants, aucune association n'a été relevée entre le dépistage d'anticorps anti-*Brucella* spp. et les facteurs étudiés : âge, sexe et zone d'installation.

Distribution spatiale de la séroprévalence chez les bovins

La séroprévalence individuelle de la brucellose bovine dans la zone de transhumance transfrontalière (4,1 % ; IC95 % : 2,7–6,04 ; $n = 706$) a été inférieure à celle dans la zone sans transhumance transfrontalière (7,8 % ; IC95 % : 3,98–14,79 ; $n = 179$). La différence entre ces séroprévalences n'était pas significative. Être dans la zone de transhumance apparaît comme un facteur d'atténuation de l'infection (OR = 0,5 ; IC95 % : 0,26–0,97).

En ce qui concerne les troupeaux de bovins, la séroprévalence globale a été de 19,89 % (IC95 % : 12,91–26,86) avec une variation significative ($p = 0,012$) entre les régions. Les régions les plus affectées ont été le Tonkpi (45 % ; $n = 20$), le Poro (29,17 % ; $n = 24$) et la Bagoué (21,21 % ; $n = 33$). La séroprévalence troupeaux a été de 17,24 % dans le Folon ($n = 29$), 16,67 % dans le Kabadougou ($n = 30$) et 14,29 % dans le Guémon ($n = 14$). Par ailleurs, dans le Tchologo les 26 troupeaux testés étaient indemnes de brucellose (figure 2).

■ DISCUSSION

Cette étude a permis d'analyser la distribution spatiale de la séroprévalence de la brucellose dans le nord et l'ouest de la Côte d'Ivoire en vue d'appréhender l'influence de la transhumance transfrontalière. Les résultats suggèrent une stabilité de la séroprévalence globale de la brucellose chez les bovins, avec un taux relativement faible dans la zone de transhumance transfrontalière comparé à celui dans la zone où ce type de mobilité n'est pas pratiqué. Des anticorps anti-*Brucella* spp. ont également été détectés chez les petits ruminants mais aucune infection n'a été dépistée chez les personnes assurant la conduite des animaux.

La méthode d'échantillonnage ayant permis d'obtenir ces résultats pourrait être améliorée d'un point de vue conceptuel. En effet, dans l'étude, nous avons procédé à un échantillonnage aléatoire à deux degrés mais un troisième niveau pourrait être considéré, la zone géographique de transhumance ou non, en tenant compte du nombre de bovins dans chaque zone. Ainsi, un nombre proportionnel de l'échantillon à étudier viendrait de chaque zone, ce qui en améliorerait sa représentativité. Dans notre étude, 80 % de l'échantillon de bovins provenait de la zone de transhumance alors que cette partie du pays compte 85 % du bétail (ministère des Ressources animales et halieutiques, 2014). Les résultats donnent ainsi un aperçu de la séroprévalence globale du pays, tout en permettant la comparaison de la séroprévalence chez les animaux élevés dans la zone exposée à la transhumance transfrontalière avec celle des animaux élevés dans la zone non exposée. La sélection des animaux dans les troupeaux, bien qu'aléatoire, priorisait ceux présentant un hygroma pour permettre l'identification de l'espèce de *Brucella* et des souches circulants et, ultérieurement, une comparaison phylogénétique entre celles des zones du pays et celles des transhumants séjournant

en Côte d'Ivoire. Cinq bovins, soit moins de 0,6 % de l'échantillon, ont été ainsi sélectionnés, ce qui était suffisamment infime pour ne pas influencer les résultats. L'importance du nombre de troupeaux de bovins échantillonné a permis de sensiblement améliorer la précision des résultats comparativement à l'estimation initiale.

La séroprévalence de la brucellose au sein de la population bovine était stable et similaire à celle relevée au sud (4 % ; Thys et al., 2005) et au nord (4,6 % ; Kanouté et al., 2017) de la Côte d'Ivoire. Cela traduit l'endémicité de la brucellose au sein du gros bétail dans le pays. Cette conservation du niveau d'infection des animaux s'expliquerait

Tableau III : Facteurs associés à l'infection à *Brucella* spp. chez les bovins sédentaires du nord et de l'ouest de la Côte d'Ivoire /// Factors associated with *Brucella* spp. infection in sedentary cattle in Northern and Western Côte d'Ivoire

Variables	N (% positif)	Analyse univariée		Analyse multivariée	
		P	OR (IC 95 %)	P	OR (IC 95 %)
Hygroma					
Absent	880 (4,5)	–	1	–	1
Présent	5 (60)	$1,98 \times 10^{-4}$	31,50 (5,12–194)	0,004	23,7 (2,74–205)
Type de race					
Métis (taurin x zébu)	11 (36,4)	–	1	–	1
Taurin	79 (3,8)	0,001	0,07 (0,01–0,37)	0,018	0,02 ($0,8 \times 10^{-3}$ –0,5)
Zébu	795 (4,5)	$1,27 \times 10^{-4}$	0,08 (0,02–0,29)	0,034	0,05 ($4,1 \times 10^{-3}$ –0,8)
Antécédent d'avortements ^a					
Non	427 (5,6)	–	1	–	
Oui	11 (27,3)	0,009	6,30 (1,57–25,3)	0,065	b
Classe d'âge					
6 mois–4 ans	571 (3,7)	–	1	–	
5–8 ans	275 (6,9)	0,041	1,94 (1,03–3,68)	0,646	b
> 9 ans	39 (7,7)	0,223	2,18 (0,62–7,66)	0,930	b
Région					
Bagoué	165 (4,2)	–	1	–	
Folon	147 (3,4)	0,7	0,79 (0,24–2,56)	0,646	b
Guémon	68 (2,9)	0,641	0,68 (0,13–3,38)	0,992	b
Kabadougou	145 (4,8)	0,805	1,14 (0,39–3,35)	0,790	b
Poro	116 (8,6)	0,137	2,13 (0,78–5,77)	0,565	b
Tchologo	133 (0)	0,986	$7,18 \times 10^{-8}$ (0–inf)	0,989	b
Tonkpi	111 (10,8)	0,041	2,74 (1,04–7,18)	0,342	b
Zone de transhumance					
Non	179 (7,8)	–	1	–	
Oui	706 (4,1)	0,042	0,5 (0,26–0,977)	–	b

OR : risque relatif rapproché (*odds ratio*) ; IC : intervalle de confiance ; ^a Seules les femelles ayant au moins 3,5 ans ont été prises en compte ; ^b Variables exclues de l'analyse multivariée /// OR: *odds ratio*; CI: *confidence interval*; ^a Only females at least 3.5 years old were included; ^b Variables excluded from multivariate analysis

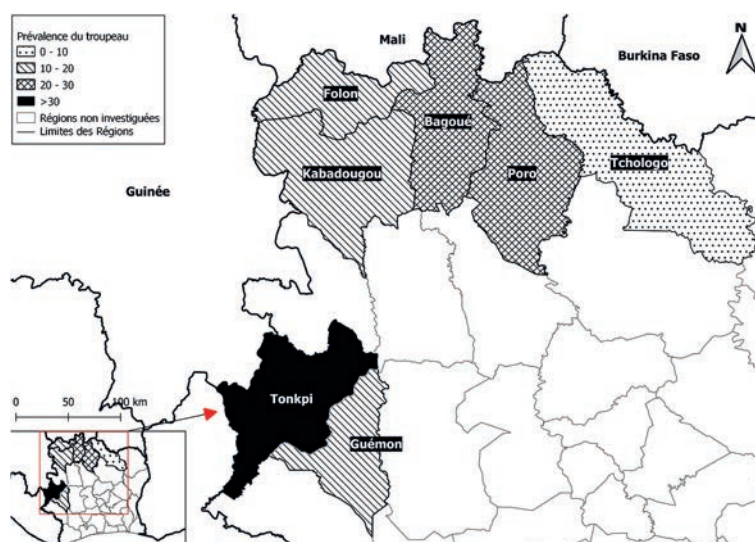


Figure 2 : Distribution spatiale du niveau d'infection de la brucellose dans les troupeaux sédentaires de bovins des zones de transhumance au nord et à l'ouest de la Côte d'Ivoire /// Spatial distribution of brucellosis infection levels in sedentary cattle herds in transhumance areas of Northern and Western Côte d'Ivoire

par l'absence de lutte réelle contre la maladie dans le pays depuis la suppression de la Société de développement des productions animales (Sodepra) (Kanouté et al., 2017 ; Oyetola et al., 2021) ainsi que par un équilibre entre l'infection et le renouvellement de la population. La forte séroprévalence des troupeaux (19 %) indiquerait l'existence de facteurs contribuant à la diffusion de la maladie entre les troupeaux. Ces facteurs sont l'approvisionnement à partir des marchés de bétail (Dean et al., 2013), les pratiques d'élevage à risque comme le prêt de géniteur ou la mise en commun des animaux de différents troupeaux pour le pâturage en raison du manque de bouviers, et éventuellement le contact avec les troupeaux transhumants (Kanouté et al., 2017). Parmi ces facteurs, celui en lien avec la transhumance transfrontalière permet de partager la zone d'étude en deux selon qu'elle accueille ou non cette mobilité. Les individus et les troupeaux de bovins de la zone de transhumance transfrontalière présentaient un taux d'infection moindre que ceux de la zone qui n'accueillait pas ce type de mobilité du bétail. On peut en déduire que la transhumance transfrontalière n'augmenterait pas la séroprévalence des troupeaux sédentaires contrairement aux résultats obtenus antérieurement (Kanouté et al., 2017). Une des raisons serait que les troupeaux transhumants évitent au maximum ceux qui sont sédentaires, comme observé dans le nord du Bénin (Dehoux et Hounsou-Ve, 1993), et qu'il y aurait peu d'interactions entre les troupeaux sédentaires situés dans les zones de transhumance. Une autre explication serait que les contacts indirects avec les troupeaux transhumants via la contamination des espaces pastoraux sont atténués par des facteurs environnementaux comme le climat. En effet, les brucelles expulsées durant les mises bas au cours de la transhumance n'ont pas une durée de vie longue en milieu extérieur dans un climat chaud et sec (Gidel et al., 1974). Cela amenuiserait le risque de transmission à partir des troupeaux transhumants qui séjournent, en période de chaleur sèche, dans le nord de la Côte d'Ivoire.

La séroprévalence la plus élevée à l'échelle troupeau était dans le Tonkpi qui n'accueillait pas de troupeaux transhumants, et la plus faible était dans le Tchologo qui recevait des transhumants provenant d'autres pays. Le Tchologo serait essentiellement une zone de transit en raison de la forte densité de glossines (Acapovi-Yao et al., 2013) que les transhumants cherchent à éviter. Ainsi, les séjours dans cette région seraient courts, ce qui réduirait également le risque de contact et de survenue de cas de brucellose à partir des troupeaux transhumants dans cette région. La plus forte séroprévalence dans le Tonkpi, où la maladie était déjà présente et de l'ordre de 13,6 % (Gidel et al., 1974), s'expliquerait par le fait qu'il n'aurait pas bénéficié très activement des deux programmes de vaccination de masse des bovins conduits par la Sodepra entre 1978 et 1994 (Oyetola et al., 2021). Par ailleurs, la configuration topographique de la zone entraîne une relative sédentarité permanente des troupeaux. Les troupeaux partageraient fréquemment les quelques espaces de pâturage de leur zone ce qui favoriserait la dissémination des maladies entre eux. En outre, les nouveaux individus introduits dans les troupeaux proviennent des marchés à bétail alimentés sans contrôle du statut sérologique des animaux de divers pays où les taux d'infection de la brucellose sont relativement élevés (Dean et al., 2013).

L'hygroma est un excellent indicateur de la présence de *Brucella* spp. au sein d'un troupeau (Thienpont et al., 1961). Ce symptôme permet l'établissement d'un diagnostic clinique de la brucellose chez les bovins (Akakpo et Bornarel, 1987). Toutefois, la fréquence de son apparition, du fait qu'il soit un signe chronique, le rendrait peu sensible dans le cadre d'une surveillance communautaire. L'avortement, bien qu'il apparaisse comme un signe associé à l'infection dans cette étude comme dans la littérature (Schelling et al., 2004 ; Boukary et al., 2013), n'était pas un excellent prédicteur du statut sérologique de l'animal. Cela serait dû à l'influence plus marquée d'avortements ayant une autre étiologie infectieuse. Par ailleurs, les

avortements rapportés chez les vaches séropositives à *Brucella* spp. pourraient être dus à d'autres agents pathogènes infectieux en cas de co-infection (Ntirandekura et al., 2018) ou d'origine non infectieuse, par exemple alimentaire ou traumatique. Le risque d'être séropositif à la brucellose chez les animaux augmenterait avec l'âge, comme relevé en Côte d'Ivoire (Kanouté et al., 2017) et au Nigeria (Mai et al., 2012). En effet, le mode de conduite des élevages conduirait à une exposition plus importante des animaux ayant atteint la maturité sexuelle. Par ailleurs, les bovins plus âgés auraient plus d'occasions d'être exposés à l'agent pathogène et la sensibilité maximale est atteinte à l'âge adulte. De plus, les bovins issus de métissage de races taurines et zébus sont plus sensibles que les races locales de taurins ou de zébus considérés comme purs (Akakpo et Bornarel, 1987), montrant le rôle de la génétique dans la sensibilité à l'agent pathogène. La différence de séroprévalence entre les races pourrait toutefois être due au faible nombre d'individus métis testés par rapport à ceux des races pures.

Chez les petits ruminants, contrairement à l'étude de 2012 à 2014 (Kanouté et al., 2017), la circulation de *Brucella* spp. a été identifiée. Ceci renforce l'hypothèse selon laquelle les petits ruminants joueraient un rôle dans l'épidémiologie et l'infection brucellique chez les bovins (Kanouté et al., 2017). La séroprévalence obtenue chez les ovins a été similaire à celle de 4,6 % relevée au Mali (Traoré et al., 2021). Cette situation pourrait s'expliquer par les échanges commerciaux qu'entretiennent les deux pays dans le cadre de l'approvisionnement du marché ivoirien. Le commerce transfrontalier est fortement lié au risque de dissémination (Dean et al., 2013) et au niveau de la séroprévalence de la brucellose dans les pays importateurs (Oyetola et al., 2021). Les effectifs de petits ruminants conduits en transhumance en Côte d'Ivoire à partir des pays sahéliens sont faibles voire négligeables (Ima, 2018 ; DNSV, 2020) et alimentent surtout les marchés pour la subsistance des bouviers, en dehors du lait. Ceci expliquerait la faible influence de ce type de mobilité comparativement à la mobilité commerciale.

Aucun bouvier n'a été dépisté séropositif à la brucellose dans cette étude, alors qu'une séroprévalence de 5,3 % a été signalée dans les régions d'accueil des transhumants du Poro et du Hambol (Kanouté et al., 2017). Cela pourrait être lié aux différences de pratiques d'élevage et d'habitudes alimentaires entre les régions de la Bagoué, du Folon et du Tchologo, et celles du Poro et du Hambol, ainsi qu'à l'absence de *Brucella* spp. au sein des troupeaux. En effet, l'animal est la première source de contamination des humains. L'ampleur des cas humains est fonction des pratiques d'élevage comme l'aide durant la parturition, de l'hygiène de l'environnement lors de la manipulation des animaux et de leurs produits, et des habitudes alimentaires en l'occurrence la consommation de lait cru (John et al., 2010). Nos résultats suggèrent que la brucellose ne serait pas un problème majeur pour les populations humaines en contact régulier avec les animaux dans cette zone du pays, et qu'il faudrait rechercher les effets protecteurs dans le système de production ou le système alimentaire induit par les pratiques culturelles. Toutefois, le risque pour la santé publique en Côte d'Ivoire existe car la brucellose n'est pas recherchée chez les patients fébriles (Oyetola et al., 2021) et, surtout, en raison du niveau d'infection et de la distribution spatiale de la maladie au sein des populations animales. En effet, la maîtrise du risque, voire l'élimination de la maladie, passe principalement par les bonnes pratiques d'élevage, la pasteurisation du lait et le contrôle de la maladie au niveau des populations animales (Brown, 1977). Parmi les limites de cette étude peut être cité le faible nombre de petits ruminants et de personnes prélevés. Le refus des bouviers de se faire prélever serait lié à la peur de la prise de sang et au manque de sensibilisation préalable aux enjeux de l'étude.

L'étude n'a pas ciblé principalement les petits ruminants car ils n'étaient pas très impliqués dans les mouvements de transhumance transfrontalière. Leur intégration à l'étude répondait surtout à l'observation de leur statut séro-infectieux et de leur proximité avec

les troupeaux de bovins ; le mélange de petits ruminants avec des bovins ou plus largement le copâturage de ces espèces a été exploré comme un facteur de risque. Toutefois, le copâturage n'a été considéré que de manière ponctuelle, au moment de la collecte des données dans le troupeau. Ainsi, des petits ruminants qui partageaient le pâturage n'auraient pas été pris en compte s'ils n'y étaient pas présents au moment de l'enquête. Cela pourrait être corrigé en soumettant aux bouviers un questionnaire qui explore les facteurs d'exposition des troupeaux.

Le caractère transversal de l'étude n'a pas permis d'éliminer l'influence de multiples facteurs de confusion comme l'ajout d'un animal ou le contact avec des troupeaux ayant une mobilité intranationale. Ces facteurs expliqueraient la distribution spatiale de la maladie selon que les animaux se trouvent en zone de transhumance ou non. Pour améliorer l'exploration de l'influence de la transhumance, il serait opportun de réaliser une étude longitudinale dans laquelle les troupeaux, dont le statut initial serait connu, seraient suivis et leurs interactions (nature, fréquence et durée) avec les transhumants ou d'autres troupeaux sédentaires seraient relevées.

CONCLUSION

Le taux de la séroprévalence de la brucellose est resté stable dans le nord de la Côte d'Ivoire. L'étude indique que la transhumance affecterait peu ou n'affecterait pas la séroprévalence de la brucellose dans les zones de transit et d'accueil du bétail, contrairement à notre hypothèse de départ. Elle confirme, par contre, la circulation de *Brucella* spp. au sein du bétail sédentaire indépendamment du fait qu'il se trouve en zone de transhumance transfrontalière ou non. Le système sédentaire induirait une augmentation du taux d'infection avec un réseau de contact étroit entre troupeaux lors des pâturages. Ainsi, des mesures de contrôle, comme la vaccination des bovins et les bonnes pratiques d'élevage, devraient se concentrer sur les zones d'élevage fortement sédentaires où circule la bactérie.

Remerciements

Les auteurs adressent leurs remerciements à la Direction des services vétérinaires de la Côte d'Ivoire, les directions départementales et le personnel des zones transfrontalières, à feu le Dr Koffi Yabouaffo, aux Drs Ouattara Guy et Tokpa Cécile, à MM. Koné Pagagnon et Diomandé Rigobert pour leur contribution à la collecte des données, ainsi qu'à Mme Bahi Joëlle, M. Ouattara Bakary et aux médecins-chefs des hôpitaux pour la réalisation des prélèvements humains. Nous remercions également chacun des participants à cette étude.

L'étude a été réalisée dans le cadre de l'Initiative DELTAS Africa, Afrique One-ASPIRE /DEL-15-008, financée par un consortium de bailleurs composé de l'Académie africaine des sciences (AAS), l'alliance pour l'Accélération de l'excellence scientifique en Afrique (AES), l'Agence pour la planification et coordination du nouveau partenariat pour le développement de l'Afrique (NEPAD), le Wellcome Trust (107753/A/15/Z) et le gouvernement britannique.

Conflits d'intérêts

L'étude a été réalisée sans conflit d'intérêts.

Déclaration des contributions des auteurs

BB, WDO et RBA ont participé à la conception et planification de l'étude ; WDO et KBM ont recueilli les données ; WDO et MD ont réalisé les analyses de laboratoire ainsi que celles des données et leur interprétation ; WDO a rédigé la première version du manuscrit ; tous les auteurs ont révisé le manuscrit soumis.

REFERENCES

- Acapovi-Yao G.L., Cissé B., Mavoungou J.F., Kohagne Tongue L., Coulibaly N., 2013. Situation de la trypanosomose bovine dans les principales régions d'élevage au Nord de la Côte d'Ivoire après la crise socio-militaire. *Rev. Afr. Santé Prod. Anim.*, **13** (1): 17-22
- Akakpo A.J., Bornarel P., 1987. Epidémiologie des brucelloses animales en Afrique tropicale : enquêtes clinique, sérologique et bactériologique. *Rev. Sci. Tech. OIE*, **6** (4): 981-1027, doi: 10.20506/rst.6.4.313
- APHA, 2014. COMPELISA 160 & 400, A competitive ELISA kit for the detection of antibodies against *Brucella* in serum samples (Instructions for use). APHA, UK
- Bennett S., Woods T., Liyanage W.M., Smith D.B., 1991. A Simplified general method for cluster-sample surveys of health in developing countries. *World Health Stat. Q.*, **44** (3): 98-106
- Boukary A.R., Saegerman C., Abatih E., Fretin D., Alambédji Bada R., De Deken R., Harouna H.A., et al., 2013. Seroprevalence and Potential Risk Factors for *Brucella* spp. Infection in Traditional Cattle, Sheep and Goats Reared in Urban, Periurban and Rural Areas of Niger. *PLoS ONE*, **8** (12): e83175, doi: 10.1371/journal.pone.0083175
- Brown G.M., 1977. The history of the brucellosis eradication program in the United States. *Ann. Sclavo Riv. Microbiol. E Immunol.*, **19** (1): 20-34
- Cissé A., 2015. Séroprévalence de la brucellose humaine et animale dans la commune urbaine de Mopti. Thèse d'exercice en médecine, Université de Bamako, Mali, 92 p.
- Dean A.S., Fournié G., Kulo A.E., Boukaya G.A., Schelling E., Bonfoh B., 2013. Potential Risk of Regional Disease Spread in West Africa through Cross-Border Cattle Trade. *PLoS ONE*, **8** (10): e75570, doi: 10.1371/journal.pone.0075570
- Dehoux J.P., Hounsou-Ve G., 1993. Productivité de la race bovine Borgou selon les systèmes d'élevage traditionnels au nord-est du Bénin. *Rev. Mond. Zootech.*, **74** (75): 36-48
- DNSV, 2020. *Rapport annuel 2019* (Annual activities report). Direction Nationale des Services Vétérinaires, Bamako, Mali
- Dohoo I., Martin W., Stryhn H., 2014. Veterinary epidemiologic research, 2nd ed. University of Prince Edward Island, Charlottetown, Canada, 865 p.
- FAO, 2021. FAOSTAT 2018 www.fao.org/faostat/en/#data/TA (consulté 8 mars 2022)
- Fox J., Bouchet-Valat M., 2020. Rcmdr: R Commander. R package version 2.7-1. R Foundation for Statistical Computing
- Gardner I.A., Stryhn H., Lind P., Collins M.T., 2000. Conditional dependence between tests affects the diagnosis and surveillance of animal diseases. *Prev. Vet. Med.*, **45** (1-2): 107-122, doi: 10.1016/S0167-5877(00)00119-7
- Gidel R., Albert J.P., Le Mao G., Retif M., 1974. La brucellose en Afrique occidentale et son incidence sur la santé publique. Résultats de dix enquêtes épidémiologiques effectuées en Côte-d'Ivoire, Haute-Volta et Niger de 1970 à 1973. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **27** (4): 403-418, doi: 10.19182/remvt.7937
- Ima S.A., 2018. Dynamique du mode de vie des éleveurs et bouviers peuls de la zone pastorale de la Nouhao au Burkina Faso. Thèse Doct., Université de Strasbourg, France, 354 p.
- INS, 2015. Recensement général de la population et de l'habitat 2014, Résultats globaux. Institut National de Statistique de Côte d'Ivoire, Abidjan
- John K., Fitzpatrick J., French N., Kazwala R., Kambarage D., Mfinanga G.S., MacMillan A., et al., 2010. Quantifying Risk Factors for Human Brucellosis in Rural Northern Tanzania. *PLoS ONE*, **5** (4): e9968, doi: 10.1371/journal.pone.0009968
- Kanouté Y.B., Gragnon B.G., Schindler C., Bonfoh B., Schelling E., 2017. Epidemiology of brucellosis, Q Fever and Rift Valley Fever at the human and livestock interface in northern Côte d'Ivoire. *Acta Trop.*, **165**: 66-75, doi: 10.1016/j.actatropica.2016.02.012
- Landais E., Bassewitz H., 1982. Détermination de l'âge des moutons Djallonké du Nord de la Côte d'Ivoire par examen de leur dentition. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **35** (1): 57-62, doi: 10.19182/remvt.8328
- Mai H.M., Irons P.C., Kabir J., Thompson P.N., 2012. A large seroprevalence survey of brucellosis in cattle herds under diverse production systems in northern Nigeria. *BMC Vet. Res.*, **8** (1): 144, doi: 10.1186/1746-6148-8-144
- MRA, 2015. *Annuaire des statistiques de l'élevage 2013-2014* (Rapport d'étude). Ministère des Ressources animales (MRA), Ouagadougou, Burkina Faso

- Ministère des Ressources animales et halieutiques, 2014. Plan stratégique de développement de l'élevage, de la pêche et de l'aquaculture en Côte d'Ivoire (PSDEPA 2014-2020). Tome I: Diagnostic – Stratégie de développement – Orientations
- Ntirandekura J.B., Matamba L.E., Kimera S.I., Muma J.B., Karimuribo E.D., 2018. Association of brucellosis with abortion prevalence in humans and animals in Africa: Review. *Afr. J. Reprod. Health*, **22** (3): 120-136
- OIE, 2018. Brucellosis (infection with *B. abortus*, *B. melitensis* and *B. suis*). In: Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals (mammals, birds and bees). World Organization for Animal Health, Paris, France, 355-398
- OMSA, 2022. Brucellose. Organisation mondiale de la santé animale (fondée en tant qu'OIE), Paris, France
- Otte M.J., Gumm I.D., 1997. Intra-cluster correlation coefficients of 20 infections calculated from the results of cluster-sample surveys. *Prev. Vet. Med.*, **31** (1-2): 147-150, doi: 10.1016/S0167-5877(96)01108-7
- Oyetola W.D., Diallo K., Kreppel K., Kone P.S., Schelling E., Bonfoh B., Bada Alameddji R., 2021. Factors Influencing the Transborder Transmission of Brucellosis in Cattle Between Côte d'Ivoire and Mali: Evidence From Literature and Current Key Stakeholders. *Front. Vet. Sci.*, **8**: e630580, doi: 10.3389/fvets.2021.630580
- Pfukenyi D.M., Meletis E., Modise B., Ndengu M., Kadzvi F.W., Dipuo K., Moesi K., et al., 2020. Evaluation of the sensitivity and specificity of the lateral flow assay, Rose Bengal test and the complement fixation test for the diagnosis of brucellosis in cattle using Bayesian latent class analysis. *Prev. Vet. Med.*, **181**: e105075, doi: 10.1016/j.prevetmed.2020.105075
- Poivey J.P., Landais E., Seitz J.L., Kouyate M., 1981. Détermination de l'âge des bovins par l'examen de la dentition. Méthodologie et principaux résultats acquis en milieu villageois dans le Nord de la Côte d'Ivoire. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **34** (1): 55-62, doi: 10.19182/remvt.8284
- Réseau Billital Maroobé, 2019. Bulletin de la situation pastorale nord Côte d'Ivoire, https://sigsahel.info/wp-content/uploads/2019/03/Bulletin-national_Veille-RBM_Cote-divoire_mars-2019.pdf (consulté 7 juin 2022)
- Schelling E., Diguimbaye C., Daoud S., Nicolet J., Zinsstag J., 2004. Séroprévalences des maladies zoonotiques chez les pasteurs nomades et leurs animaux dans le Chari-Baguirmi du Tchad. *Méd. Trop.*, **64** (5): 474-477
- Sokouri D.P., Yapi-Gnaore C.V., N'guetta A.S.P., Loukou N.E., Kouao B.J., Toure G., Kouassi A., et al., 2010. Performances de reproduction des races bovines locales de Côte d'Ivoire. *J. Appl. Biosci.*, **36**: 2353-2359
- Sperandei S., 2014. Understanding logistic regression analysis. *Biochem. Medica*, **24** (1): 12-18, doi: 10.11613/BM.2014.003
- Thienpont D., Vandervelden M., Fagard P., Mortelmans J., 1961. L'hygroma brucellique : l'aspect clinique caractéristique de la brucellose bovine au Rwanda-Burundi. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **14** (3): 257-266, doi: 10.19182/remvt.7097
- Thiese M.S., Ronna B., Ott U., 2016. P value interpretations and considerations. *J. Thorac. Dis.*, **8** (9): 928-931, doi: 10.21037/jtd.2016.08.16
- Thys E., Yahaya M.A., Walravens K., Baudoux C., Bagayoko I., Berkvens D., Geerts S., 2005. Étude de la prévalence de la brucellose bovine en zone forestière de la Côte d'Ivoire. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **58** (4): 205-209, doi: 10.19182/remvt.9913
- Tounkara K., Kwiatek O., Niang M., Abou Kounta Sidibe C., Sery A., Dakouo M., Salami H., et al., 2019. Genetic Evidence for Transboundary Circulation of Peste Des Petits Ruminants Across West Africa. *Front. Vet. Sci.*, **6**: e275, doi: 10.3389/fvets.2019.00275
- Traoré S., Yapi R.B., Coulibaly K., Mathew C., Fokou G., Kazwala R.R., Bonfoh B., et al., 2021. Seroprevalence of brucellosis in small ruminants and related risk behaviours among humans in different husbandry systems in Mali. *PLoS ONE*, **16** (1): e0245283, doi: 10.1371/journal.pone.0245283

Summary

Oyetola W.D., Diéne M., M'Bari K.B., Bonfoh B., Bada Alameddji R. Cross-border livestock transhumance and spatial distribution of brucellosis in Côte d'Ivoire

Côte d'Ivoire is a country open to cross-border transhumance because of its climate and the potential of its markets in the West African region. Space sharing, contacts and socioeconomic activities lead to the emergence and transmission of several infectious diseases including brucellosis. The objective of this study was to investigate the spatial distribution of brucellosis induced by transhumance in Côte d'Ivoire. Serological analyses were performed on 885 cattle, 83 sheep, 14 goats and 63 herdspeople in seven regions, five of which receive transhumant cattle and two do not. Individual seroprevalences were 4.86% (95% confidence interval [CI]: 3.18–6.53) in cattle, 4.82% (95% CI: 0–10.27) in sheep, and 7.14% (95% CI: 0–23.11) in goats; no cases were found among herdspeople. Transhumance from neighboring countries did not increase disease seroprevalence in sedentary herds. Cattle in the transhumance area were less infected (4.1%) than those in the area where transhumance was not practiced (7.8%). The high seroprevalence rates of sedentary cattle in the non-transhumance zone suggest that brucellosis control should be intensified in sedentary herds.

Keywords: cattle, small ruminants, pastoralists, brucellosis, transhumance, transboundary diseases, Côte d'Ivoire

Resumen

Oyetola W.D., Diéne M., M'Bari K.B., Bonfoh B., Bada Alameddji R. Trashumancia transfronteriza del ganado y distribución espacial de la brucelosis en Costa de Marfil

Costa de Marfil es un país abierto a la trashumancia transfronteriza por su clima y el potencial de su mercado en África Occidental. Los espacios compartidos, los contactos y las actividades socioeconómicas propician la aparición y la transmisión de varias enfermedades infecciosas, entre ellas la brucelosis. El objetivo de este estudio es explorar la distribución espacial de la brucelosis inducida por la trashumancia en Costa de Marfil. Se realizaron análisis serológicos a 885 bovinos, 83 ovinos, 14 caprinos y 63 boyeros en siete regiones, cinco de las cuales reciben ganado trashumante y dos no. Las seroprevalencias individuales fueron del 4,86 % (intervalo de confianza [IC] del 95 %: 3,18–6,53) en el ganado bovino; del 4,82 % (IC del 95 %: 0–10,27) en el ganado ovino, y del 7,14 % (IC del 95 %: 0–23,11) en el ganado caprino; no se encontró ningún caso en los boyeros. La trashumancia desde los países vecinos no ha aumentado la seroprevalencia de la enfermedad en la ganadería sedentaria. El ganado bovino de la zona de trashumancia estaba menos infectado (4,1 %) que el de la zona donde no se practica la trashumancia (7,8 %). Las elevadas tasas de seroprevalencia del ganado sedentario en las zonas no trashumantes sugieren que debe intensificarse el control de la brucelosis en los rebaños sedentarios.

Palabras clave: ganado bovino, pequeños rumiantes, pastores, brucelosis, trashumancia, enfermedades transfronterizas, Côte d'Ivoire

Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux

La *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux* est un journal scientifique international à comité de lecture publié par le Cirad. Elle produit, partage et met en débat des connaissances scientifiques relatives aux systèmes d'élevage et à la santé animale dans les régions tropicales, subtropicales et méditerranéennes.

Elle se positionne comme un espace de production, de confrontation et de diffusion des savoirs scientifiques, à la croisée des enjeux alimentaires, sanitaires, environnementaux et socio-économiques auxquels sont confrontés les territoires et les communautés d'éleveurs.

La revue valorise des recherches originales, des synthèses critiques et des contributions favorisant la transition des systèmes d'élevage vers des modèles plus résilients, plus équitables et plus durables. Elle s'inscrit dans une approche intégrée de la santé, reconnaissant les interdépendances entre la santé animale, la santé humaine et la santé des écosystèmes, contribuant ainsi aux cadres conceptuels de la santé globale (*One Health*).

Toutes les espèces animales élevées dans les régions concernées sont prises en compte, qu'il s'agisse d'espèces domestiques ou issues de la faune sauvage, indigènes ou exotiques, terrestres ou aquacoles. Les domaines couverts englobent les sciences animales et vétérinaires dans toute leur diversité — zootechnie, physiologie, nutrition, génétique, reproduction, production animale, épidémiologie — ainsi que les approches systémiques et holistiques, telles que l'analyse des systèmes d'élevage et des filières, l'évaluation des impacts environnementaux, et l'accompagnement des transitions agroécologiques.

Engagée en faveur d'une science ouverte, accessible et responsable, la *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux* adopte un modèle d'édition en accès ouvert diamant (*Diamond Open Access*), garantissant un accès libre, immédiat et sans frais à l'ensemble de ses contenus. Les articles sont publiés sous licence Creative Commons « Attribution – 4.0 International » (CC BY), afin de favoriser la circulation des connaissances, leur réutilisation et leur appropriation par les communautés scientifiques, techniques et décisionnelles, dans le respect de la reconnaissance des auteurs et de l'intégrité des travaux.

