

Sommaire / Contents

SYSTÈMES D'ÉLEVAGE ET FILIÈRES LIVESTOCK FARMING SYSTEMS AND VALUE CHAINS

3-11 Nouvelles mobilités pastorales : cas des éleveurs d'ovins de la wilaya de Djelfa, Algérie. *New pastoral movements: the case of sheep herders in Djelfa Wilaya, Algeria.* Gaci D., Huguenin J., Kanoun M., Boutonnet J.-P., Abdelkrim H. (en français)

13-26 Typologie des élevages de dindons au sud du Bénin. *Typology of turkey farms in South Benin.* Dotché I.O., Baba L.I., Okambawa L.F., Koffi M., Adebo N., Youssao Abdou Karim I. (en français)

ENVIRONNEMENT ET TERRITOIRES ENVIRONMENT AND TERRITORIES

27-35 Vulnérabilité et dynamiques adaptatives des agropasteurs aux mutations climatiques dans la commune de Tchaourou au Bénin. *Vulnerability and adaptive dynamics of agropastoralists to climate change in the commune of Tchaourou in Benin.* Djohy G.L., Sounon Bouko B. (en français)

PRODUCTIONS ANIMALES ET PRODUITS ANIMAUX ANIMAL PRODUCTION AND ANIMAL PRODUCTS

37-42 Caractérisation biométrique du Chameau de la steppe (*Camelus dromedarius*) en Algérie. *Biometric characterization of the Steppe Camel (Camelus dromedarius) in Algeria.* Babelhadj B., Guintard C., Benaissa A., Thorin C. (en français)

RESSOURCES ALIMENTAIRES ET ALIMENTATION FEED RESOURCES AND FEEDING

43-48 Effets de la complémentation à base de Vitanimal sur les performances laitières et économiques des vaches Borgou au Bénin. *Effects of Vitanimal-based supplementation on dairy and economic performances of Borgou cows in Benin.* Guidimé L.S., Imorou Sidi H., Djèntonin A.J., Kpérou Gado B.O., Babatoundé S. (en français)

49-54 Performances zoéconomiques de taurillons de race Borgou complémentés avec du Vitanimal au Bénin. *Weight-gain and economic performance of Borgou bull calves supplemented with Vitanimal in Benin.* Guidimé L.S., Kpérou Gado B.O., Djèntonin A.J., Imorou Sidi H., Babatoundé S. (en français)

55-59 Influence du régime alimentaire sur la composition du ver de terre *Eudrilus eugeniae*. *Influence of the diet on the composition of the earthworm Eudrilus eugeniae.* Byambas P., Douny C., Moula N., Scippo M.-L., Hornick J.-L. (in English)

SANTÉ ANIMALE ET ÉPIDÉMIOLOGIE ANIMAL HEALTH AND EPIDEMIOLOGY

61-69 Tiques du genre *Rhipicephalus Koch, 1844* au Sénégal : synthèse hôtes associés, chorologie, et agents pathogènes transmis aux humains et aux animaux. *Ticks of the genus Rhipicephalus Koch, 1844 in Senegal: Review host associations, chorology, and associated human and animal pathogens.* Sylla M., Souris M., Gonzalez J.-P. (in English)

ISSN 1951-6711

Publication du
Centre de coopération internationale
en recherche agronomique pour le développement
<http://revues.cirad.fr/index.php/REMVT>
<http://www.cirad.fr/>

Directeur de la publication / *Publication Director:*
Michel Eddi, PDG / *President & CEO*

Rédacteurs en chef / *Editors-in-Chief:*
Gilles Balança, Denis Bastianelli, Frédéric Stachurski

Rédacteurs associés / *Associate Editors:*
Christian Corniaux, Guillaume Duteurtre, Bernard Faye,
Flavie Goutard, Vincent Porphyre

Coordinatrice d'édition / *Publishing Coordinator:*
Marie-Cécile Maraval

Secrétaire de rédaction / *Editorial Secretary:*
Carmen Renaudeau

Traductrices/Translators:
Marie-Cécile Maraval (anglais),
Suzanne Osorio-da Cruz (espagnol)

Webmestre/Website: Christian Sahut

Maquettiste/Layout: Alter ego communication, Aniane, France

COMITÉ SCIENTIFIQUE / SCIENTIFIC ADVISORY BOARD

Hassane Adakal (NER), Nicolas Antoine-Moussiaux (BEL),
Michel Doreau (FRA), Mohammed El Khasmi (MAR),
Philippe Lescoat (FRA), Hamani Marichatou (NER),
Ayao Missohou (SEN),
Harentsoanina Rasamoelina-Andriamanivo (MDG),
Jeremiah Saliki (USA, CMR), Jeevantee Sunita Santchum (MUS),
Hakim Senoussi (DZA), Taher Srairi (MAR),
Hussaini Tukur (NGA), Jean Zoundi (BFA, FRA)

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

Cirad, Montpellier, mars 2021

Nouvelles mobilités pastorales : cas des éleveurs d'ovins de la wilaya de Djelfa, Algérie

Dihia Gaci ^{1*} Johann Huguenin ² Mohamed Kanoun ³
Jean-Pierre Boutonnet ⁴ Hacène Abdelkrim ¹

Mots-clés

Ovin, transhumance, steppe, système pastoral, Algérie

Submitted: 11 May 2020
Accepted: 15 September 2020
Published: 1 March 2021
DOI: 10.19182/remvt.36324

Résumé

Les évolutions socioéconomique, démographique, politique et climatique que la steppe algérienne a connues au cours des dernières décennies ont induit de profondes transformations au niveau des pratiques d'élevage, tout particulièrement en matière de mobilités pastorales. Cette étude décrit de nouvelles pratiques de mobilité adoptées actuellement par des éleveurs de la région de Djelfa. Elle s'est basée sur 59 entretiens semi-directifs réalisés entre 2014 et 2016 auprès d'éleveurs dans différentes zones d'accueil. Nos résultats ont mis en évidence une diversité de pratiques pastorales relative à la distance parcourue durant un cycle annuel, au calendrier, à l'itinéraire de transhumance et au passage ou non par le terroir d'attache. Ces mobilités pouvaient varier d'une année à l'autre ou au cours de la vie d'un éleveur. Cette étude a montré que de nouvelles formes d'adaptation au contexte changeant de la steppe algérienne pouvaient être mises en œuvre par les éleveurs par le moyen de nouvelles mobilités de grande distance. Nos résultats soulignent le renouvellement des formes de mobilité pastorale malgré le resserrement de l'espace et montrent que la sédentarisation n'est pas l'unique forme d'adaptation des populations pastorales aux changements.

■ Comment citer cet article : Gaci D., Huguenin J., Kanoun M., Boutonnet J.-P., Abdelkrim H., 2021. New pastoral movements: the case of sheep herders in Djelfa Wilaya, Algeria. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 74 (1): 3-11, doi: 10.19182/remvt.36324

■ INTRODUCTION

La mobilité a de tout temps constitué un important pilier dans la capacité d'adaptation des sociétés pastorales méditerranéennes face aux contraintes de leurs milieux (Nori, 2017). La littérature consacrée au pastoralisme ovin de la steppe algérienne décrit classiquement deux grands déplacements pendulaires : la *Achaba* qui est le déplacement estival vers les régions telliennes au nord de la steppe, et la *Azaba*, qui est le déplacement hivernal des troupeaux vers les régions présahariennes pour la

recherche de températures plus clémentes et de pâturages (Boukhobza, 1982 ; Chellig, 1992 ; Bourbouze, 2006 ; Nedjraoui et Bédrani, 2008). Ces mobilités ont pour but d'assurer, au long des saisons, des ressources pâturées pour le cheptel (Rondia, 2006 ; Bencherif, 2011).

Au cours des dernières décennies, la steppe algérienne a connu une évolution profonde. Sa population humaine a triplé en passant de 4 millions d'habitants en 1977 à 12 millions en 2010 (ONS, 2011), augmentant la pression des usages agricoles (élevage et culture) et non agricoles sur les terres de parcours. Par ailleurs, les effectifs d'animaux présents sur ces parcours sont eux aussi passés de 6 millions en 1968 à 18 millions en 2009 (Yabrir et al., 2015) ce qui aurait contribué à la régression de la disponibilité fourragère spontanée dans la steppe (Le Houérou, 1995 ; Daoudi et al., 2013 ; Hammouda et al., 2013). Les réformes foncières successives ont permis une expansion importante des cultures, des villes et des bourgs au détriment des pâturages et des couloirs de transhumance. L'usage massif d'apport de concentré, notamment de l'orge, dans la ration alimentaire des animaux, ainsi que l'association de l'agriculture au pastoralisme (pâturage de chaume, d'orge sinistrée, de jachère, entre autres) a permis à certains éleveurs de garantir l'alimentation de leurs animaux sans

1. Ecole nationale supérieure agronomique d'El Harrach, avenue Hassan Badi, El Harrach, Alger, Algérie.
2. CIRAD, UMR SELMET, F-34398 Montpellier, France. SELMET, Univ Montpellier, CIRAD, INRAE, Institut Agro, Montpellier, France.
3. Institut national de recherche agronomique Algérie, Djelfa.
4. INRA, UMR SELMET, F-34060 Montpellier, France. SELMET, CIRAD, INRA, Montpellier SupAgro, Montpellier, France.

* Auteur pour la correspondance
Email : dihiag@yahoo.fr



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

effectuer régulièrement de grands déplacements, pour se contenter de pâturages collectifs et privatifs disponibles dans leur wilaya d'origine (Aïdoud et al. 2006 ; Ghozlane et al., 2009). Cet ensemble de changements que la steppe a connus ces dernières décennies a fortement réduit les grands déplacements de troupeaux (Abbad et Genin, 2004).

Toutefois, selon Kanoun (2016), les grandes mobilités seraient toujours d'actualité dans les systèmes d'élevage pastoraux et agropastoraux des régions steppiques algériennes comme l'une des voies possibles d'adaptation de ces systèmes aux changements. La mobilité de longue distance représenterait une alternative à l'usage croissant de fourrages cultivés, mise en œuvre par une partie des éleveurs, variable selon les wilayas : le pourcentage d'éleveurs transhumants serait de 30 % à Laghouat alors qu'il serait de 70 % à Djelfa.

Comme l'indique Ben Hounet (2009) « [s'il] existe encore des « irrédutibles » à la sédentarisation définitive », ces mobilités restent cependant peu étudiées. Elles sont le plus souvent décrites dans la littérature comme ayant fortement régressé suite à la sédentarisation accrue des éleveurs (Bourbouze et al., 2009) et classées selon la typologie, transhumant, semi-transhumant, et sédentaire (Bensouiah, 2005), avec peu d'informations.

La présente étude visait à caractériser, à travers le cas des éleveurs de Djelfa, les formes actuelles de mobilité des éleveurs de la steppe algérienne. Elle s'est appuyée sur l'analyse de Idda et al. (2017) qui montrent que des pratiques ancestrales peuvent perdurer sous des formes innovantes qui les confortent. Elle a tenté d'explorer l'hypothèse selon laquelle les systèmes pastoraux se caractériseraient par leur « aptitude à s'ajuster à des contextes géopolitiques, économiques et sociaux fluctuants et difficiles » (Ben Hounet, 2009). Il s'agissait ici de faire ressortir la diversité des pratiques de mobilités de longue distance de manière plus précise en vue d'en comprendre l'organisation, le fonctionnement et les facteurs qui influençaient les décisions des éleveurs.

■ MATERIEL ET METHODES

Zone d'étude

La steppe algérienne avec ses 20 millions de kilomètres carrés se trouve entre l'Atlas tellien et l'Atlas saharien en Algérie. La région de Djelfa, où a été effectuée cette étude, se trouve au cœur de la steppe et constituerait

une zone de transit entre les hautes plaines du sud de l'Atlas tellien et les parcours sahariens. Sa superficie est de 33 236 kilomètres carrés avec environ 85 % de parcours steppiques. Cette région est aussi connue pour être la première productrice de viande ovine en Algérie avec un cheptel qui dépasserait 3,5 millions d'ovins, soit 14 % du cheptel national, faisant de cette wilaya la première en termes d'effectifs ovins dans le pays (Kanoun, 2007). Elle possède le plus gros marché à bestiaux où se rencontrent les éleveurs et les demandeurs (Atchemdi, 2008). L'activité d'élevage constitue la principale source de revenus de la population locale. Le système d'élevage pratiqué dans ces territoires s'appuie sur la mobilité pastorale pour 72 % des éleveurs (Kanoun, 2016).

Au cours des quatre dernières décennies, cette région a connu de profonds changements démographiques et dans le mode de vie de la population locale. Cette population est passée de 437 000 habitants en 1987 à 1 491 370 habitants en 2013 (Kanoun, 2016). En 2013, 81 % de cette population résidait dans des habitations en dur dans les agglomérations chefs-lieux de wilaya, alors qu'autrefois le mode de vie des éleveurs était majoritairement nomade (sous la tente). Les parcours ont eux aussi connu de fortes pressions sous l'effet de l'augmentation des effectifs d'ovins qui sont passés de 1 million en 1978 à 2 millions en 1997 et qui s'approcheraient actuellement de 4 millions (Bousaïd et al., 2018). La combinaison de ces facteurs a conduit à une forte concurrence sur l'espace steppique.

Située entre les isohyètes 100 et 300 mm (figure 1), la région étudiée connaît un climat méditerranéen à bioclimat aride, semi-aride à pré-saharien caractérisé par de fortes variabilités pluviométriques, avec une alternance entre périodes sèches et humides. Les périodes sèches les plus importantes ont été celles de 1940–1950, 1980–1985 et 1999–2004 (Belala et al., 2018).

Le paysage végétal de la steppe était autrefois dominé par des formations à alfa (*Stipa tenacissima*), sparte (*Lygeum spartum*) et armoise blanche (*Artemisia herba-alba*). Actuellement, on retrouve d'autres unités végétales représentant la dynamique régressive que connaît la steppe. Il s'agit d'unités principalement dominées par *Atractylis ser-ratuloides*, *Peganum harmala* et *Salsola vermiculata* (Roselt, 2005 ; Hourizi et al., 2017).

Du fait des mutations rapides et profondes qu'elle a connues durant les dernières décennies, la région offre un terrain de choix pour étudier les

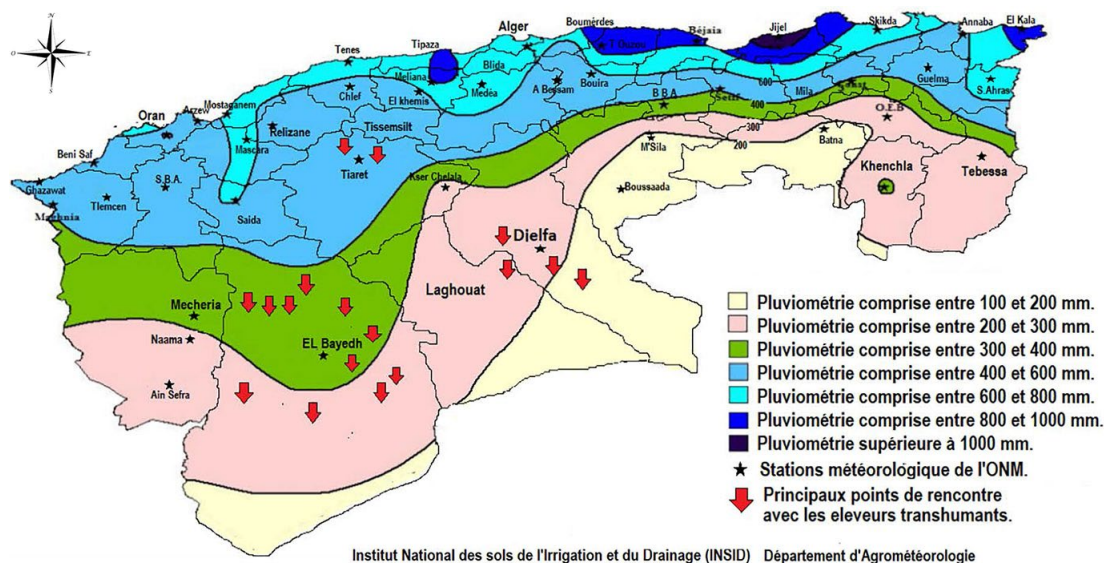


Figure 1 : Répartition des précipitations au nord de l'Algérie et principaux points de rencontre avec les transhumants. INSID, 2013, Carte d'occupation du sol, Bneder // Rainfall distribution in Northern Algeria and main meeting points with transhumants. INSID, 2013, Land-use map, Bneder

nouvelles formes de mobilités entreprises par les éleveurs pour faire face au contexte d'incertitudes variées que connaît la steppe algérienne. Les mobilités « de longue distance » prises en compte dans cette étude sont celles qui se pratiquent en dehors de la wilaya de Djelfa.

Démarche méthodologique

Pour étudier les mobilités pastorales de grandes distances, deux séries d'enquêtes ont été réalisées entre octobre 2014 et novembre 2016. Dans un premier temps (octobre 2014) une vingtaine d'entretiens exploratoires ont été menés auprès de personnes ressources (éleveurs, techniciens, institutionnels, ingénieurs, entre autres). Cette phase a été réalisée avec la collaboration des agents de l'Institut national de la recherche agronomique d'Algérie (INRAA) à Djelfa. Durant cette phase les éleveurs ont été rencontrés sur des parcours collectifs ou chez eux. Les résultats ont permis d'orienter les entretiens en mettant en évidence les principaux terroirs d'accueil des éleveurs qui pratiquaient les grandes mobilités, la saisonnalité et les raisons de leurs déplacements.

Dans un second temps (de février 2015 à novembre 2016) des entretiens plus approfondis avec les éleveurs ont été réalisés pour réunir les éléments permettant de comprendre les pratiques de mobilité et leurs motivations. L'échantillonnage des éleveurs s'est fait selon une combinaison de trois méthodes (Kherri, 2013 ; Kheffache, 2018) : a) l'échantillonnage « raisonné de convenance » réalisé dans le cas où les unités d'échantillonnage étaient faciles à joindre et disponibles pour répondre aux entretiens ; b) l'échantillonnage « selon le jugement » réalisé lorsqu'un éleveur ou un groupe d'éleveurs étaient jugés intéressants pour satisfaire les objectifs de cette étude ; des éleveurs principalement transhumants ont ainsi été sélectionnés ; et c) la méthode « boule de neige » lorsqu'un répondant indiquait un ou plusieurs éleveurs qui comportaient les caractéristiques recherchées, ici la mobilité de grande distance, définie comme la mobilité hors de Djelfa.

Au total, 59 éleveurs de la région de Djelfa pratiquant différents types de mobilité de grande distance ont été interviewés sur leurs terroirs d'accueil (zones de Laghouat, El Bayadh, Tiaret) ou sur leur terroir d'attache dans la wilaya de Djelfa (figure 1). Les informations ont été recueillies sur leurs déplacements sur une période de 10 ans en moyenne. Le critère « distance maximale parcourue durant un cycle annuel » a été retenu afin de classer les éleveurs. Ces entretiens ont été réalisés grâce à la collaboration des agents du Haut Commissariat du Développement de la Steppe (HCDS) dans les wilayas de Djelfa et d'El Bayadh, et des agents de la Conservation des Forêts (relevant de la Daïra d'Aflou et de Charef) ainsi que de quelques éleveurs. Les éleveurs ont été rencontrés sur leur lieu de pâturage : au niveau de parcours mis en défens par le HCDS, sur des terrains privés ou sur des parcours collectifs. Les campements et les habitations ont été repérés au fur et à mesure des déplacements ou grâce aux informations détenues par les agents du HCDS, de l'INRAA ou des forestiers.

Dans certains pays sahéliers comme au Niger ou au Sénégal (Hammel, 2001 ; Comité national du Code rural, Niger, 2010), « Le terroir d'attache est défini juridiquement comme étant une unité territoriale, déterminée et reconnue par les coutumes ou les textes de loi, à l'intérieur de laquelle vivent habituellement pendant la majeure partie de l'année des pasteurs et à laquelle ils restent attachés administrativement et culturellement lorsqu'ils se déplacent, que ce soit à l'occasion de la transhumance, du nomadisme ou des migrations. Ceci permet d'attribuer un droit d'usage prioritaire sur les ressources naturelles à la communauté de pasteurs attachée à ce terroir. » En Algérie, il n'existe pas de définition juridique officielle de « terroir d'attache » mais les éleveurs transhumants sont, comme les autres agriculteurs, enregistrés comme tels dans leur wilaya d'origine, même si leur troupeau pâit hors de la wilaya la plupart du temps. Ce concept sera donc utilisé pour identifier le lieu d'appartenance des éleveurs transhumants de la wilaya de Djelfa.

Le guide d'entretien de la seconde phase comportait six volets : a) la famille et l'histoire de vie des éleveurs ; b) la structure de l'exploitation comme la taille du troupeau, les moyens détenus, le type d'habitat ; c) les mobilités pastorales, soit le type de déplacement, les raisons des déplacements, le choix des terroirs d'accueil, le calendrier des transhumances sur le court, moyen et long terme ; d) l'organisation des déplacements (aspects logistiques et relationnels), comportant entre autres les moyens de transport utilisés, le choix de la main-d'œuvre sollicitée, l'organisation familiale autour de cette pratique, le repérage des sites de transhumance, la location des parcours, le déplacement des troupeaux, des campements ; e) les relations sociales impliquées, comme le/la propriétaire des terres et des camions loués, la garde des enfants, les liens sociaux avec le berger, l'importance de la dimension sociale dans la pratique de transhumance ; et f) les ressources utilisées pour la conduite du troupeau, notamment l'accès à l'eau, le choix du type de parcours, les types de végétation qui les caractérisent, la quantité de concentré utilisé selon la période de l'année.

Traitement des données

Une préanalyse du contenu des enquêtes a été réalisée pour faire ressortir les variables les plus importantes. Celles-ci ont été codifiées, catégorisées et classées dans un tableau Excel qui comprenait 90 variables. Pour l'étude sur les mobilités de déplacement sur longues distances, 15 variables pertinentes ont été sélectionnées : passage ou non par le terroir d'attache durant l'année, diversité des lieux de passage pour chaque saison, taille du troupeau, possession de terres personnelles ou non, distance minimale et maximale parcourue pour chaque saison, distance maximale et minimale parcourue durant l'année, distance moyenne parcourue pour chaque éleveur. Parmi les 15 variables, sept étaient qualitatives. Les données relatives à ces dernières ont été transformées en modalités ou codes. Le total de ces modalités est de 21 (tableau I). Les informations de la base de données ont été recoupées afin de mettre en évidence les typologies de mobilités existantes selon la proximité des pratiques des différentes exploitations.

Pour cela des opérations statistiques comme des corrélations, des comptages, des pourcentages ou des descriptions ont été réalisés (Wenlin, 2007). Ceci a permis de décrire la diversité des mobilités pastorales rencontrées, leurs singularités, mais aussi leur originalité par rapport à ce qui existe dans la littérature. La diversité des grandes mobilités pastorales rencontrées est présentée dans la figure 2. Notre étude rend compte des informations recueillies concernant les déplacements des éleveurs durant la dernière décennie écoulée. Ces informations ont permis de caractériser trois types de déplacement de longue distance (cf. plus loin). L'appartenance à l'un de ces trois types n'est pas définitive : au cours de leur vie ou de la vie de leur famille, les itinéraires et les distances peuvent évoluer. Certains éleveurs qui transumaient loin de leur wilaya se sont repliés sur leur terroir d'origine, d'autres ont inauguré des transhumances de grande amplitude (Gaci et Boutonnet, 2020).

■ RESULTATS

Les principales caractéristiques discriminantes des mobilités des éleveurs ont été a) la distance parcourue, b) l'itinéraire, et c) le passage ou non par le terroir d'attache.

Transhumance à distances diverses

Dans l'échantillon, trois éleveurs ont parcouru des distances qui pouvaient atteindre 3000 km durant un cycle annuel. Au cours de ce cycle, la majorité, soit 34 sur 59 éleveurs, transhumait sur de longues distances qui avoisinaient 1500 km, 15 éleveurs parcouraient environ 800 km en moyenne, seuls 7 éleveurs se déplaçaient sur des distances de moins de 500 km (figure 2). Des éleveurs de troupeaux de tailles très diverses pouvaient avoir les mêmes comportements de

Tableau I : Les variables qualitatives transhumance au nord de l'Algérie et leurs modalités // *Qualitative transhumance variables in Northern Algeria and their modalities*

Variables	Distance moyenne parcourue en une année établie sur la base de la fréquence des itinéraires les plus pratiqués	Région d'accueil en automne et en hiver	Mobilités printemps		Mobilités estivales		Terres en jouissance personnelle
			Région d'accueil au printemps	Passage par le terroir d'attache au printemps	Région d'accueil en été	Passage par le terroir d'attache en été	
Modalités	500 : moins de 500 km	step-hiv : passage uniquement dans la steppe en automne et hiver	step-stepsud-sahara-prin : passage par la steppe, steppe présaharienne et les régions sahariennes au printemps	passage-prin : passage par le terroir d'attache au printemps	step-été : passage par la steppe uniquement	passage-été : passage par le terroir d'attache en été	Aterre : détient des terres
	800 : environ 1000 km	step-stepsud-hiv : passage par la steppe et la steppe présaharienne en automne et hiver	step-prin : passage par la steppe au printemps		step-tel-été : passage par la steppe et les plaines telliennes		
	1500 : environ 1500 km	stepsud-sahara-hiv : passage par la steppe présaharienne et les régions sahariennes en automne et hiver	step-stepsud-sahara-tel-prin : passage par la steppe, la steppe présaharienne, régions sahariennes / telliennes au printemps	N-passage-prin : pas de passage par le terroir d'attache au printemps		N-passage-été : pas de passage par le terroir d'attache en été	Pterre : n'a pas de terres
	3000 : jusqu'à 3000 km	step-stepsud-sahara-hiv : passage par la steppe, steppe présaharienne et les régions sahariennes durant l'automne et l'hiver	step-tel-prin : passage par les régions telliennes et la steppe au printemps				
		stepsud-hiv : passage par la steppe présaharienne en automne et en hiver	tel-prin : passage par les régions telliennes au printemps				

mobilité. Ainsi, sur les 34 éleveurs qui parcouraient 1500 km par an, la taille des troupeaux variait de 200 à 3000 brebis et 24 d'entre eux détenaient des troupeaux de taille moyenne (200 à 600 têtes). Inversement des troupeaux de même taille pouvaient avoir des mobilités différentes. Ainsi, les éleveurs ayant des effectifs compris entre 250 et 400 têtes pouvaient parcourir une grande diversité de distances, de 100 à 3000 km (figure 3).

La distance parcourue lors de la transhumance n'est pas apparue liée à la taille du troupeau. Dans la partie libre des entretiens, la plupart des éleveurs ont déclaré souhaiter accéder aux ressources pastorales des régions sahariennes. Le coût du transport pour 1000 kilomètres était

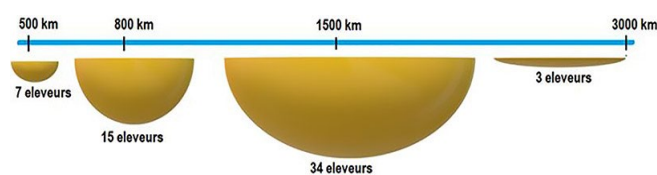


Figure 2 : Nombre d'éleveurs en fonction des distances maximales potentiellement parcourues dans une année au nord de l'Algérie // *Number of breeders according to the maximum distances potentially covered in a year in Northern Algeria*

de 800 dinars (DA) par tête (soit le prix de 24 kg d'orge), ce qui n'était pas considéré comme un obstacle car ce déplacement permettrait de disposer de pâturages pour plusieurs semaines. Cependant l'accès à ces ressources isolées nécessitait de la part des éleveurs une bonne connaissance des terrains et des réseaux sociaux qui les géraient. Il fallait en effet trouver le personnel de confiance qui assurait non

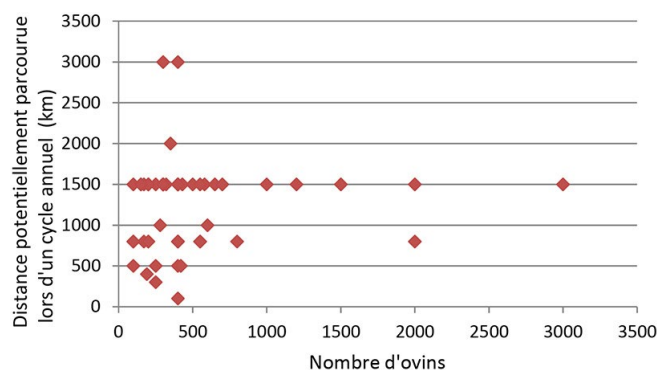


Figure 3 : Rapport distance parcourue / taille du troupeau au nord de l'Algérie // *Distance traveled / herd size ratio in Northern Algeria*

seulement le déplacement des animaux vers les zones d'accueil mais aussi la surveillance des animaux au pâturage, l'approvisionnement en eau, l'installation des campements, les relations avec les populations locales et les services administratifs, etc. Nos enquêtes ont révélé que pour ceux qui ne disposaient pas des relations sociales variées nécessaires, l'accès aux ressources s'avérait difficile, non rentable et parfois impossible en raison de la grande pression sur les pâturages. La disponibilité de ce « capital social » pouvait se retrouver chez des éleveurs possédant des troupeaux de toute taille, de même de grands éleveurs pouvaient ne pas disposer des ressources sociales nécessaires.

Itinéraire et calendrier de déplacement

Les itinéraires et les distances parcourues pour chaque éleveur ont permis d'identifier trois types de transhumance de longue distance au cours d'un cycle annuel (figure 4).

Déplacement de moyenne amplitude

Les figures 4 et 5 montrent que les éleveurs pratiquant des déplacements de moyenne amplitude, environ 500–800 kilomètres, transhumait vers les régions présahariennes des wilayas limitrophes de Laghouat et d'El Bayadh. Ils allaient vers ces régions en hiver afin de retrouver des températures plus clémentes, de l'espace, de la sécurité et un peu de plantes d'abrutissement. Ils ne cherchaient pas nécessairement un parcours pour la qualité de sa végétation, raison pour laquelle ils complétaient leur troupeau avec des concentrés (surtout de l'orge). Leur but était d'assurer pour les brebis des mises bas dans de bonnes conditions et de minimiser les pertes d'agneaux dues au froid ou au vol. Au début du printemps, les éleveurs revenaient vers les zones steppiques d'altitude (800–1200 m) et y louaient des terres mises en défens ou des jachères. En été ces éleveurs louaient des chaumes ou des céréales sinistrées au nord en région tellienne et plus

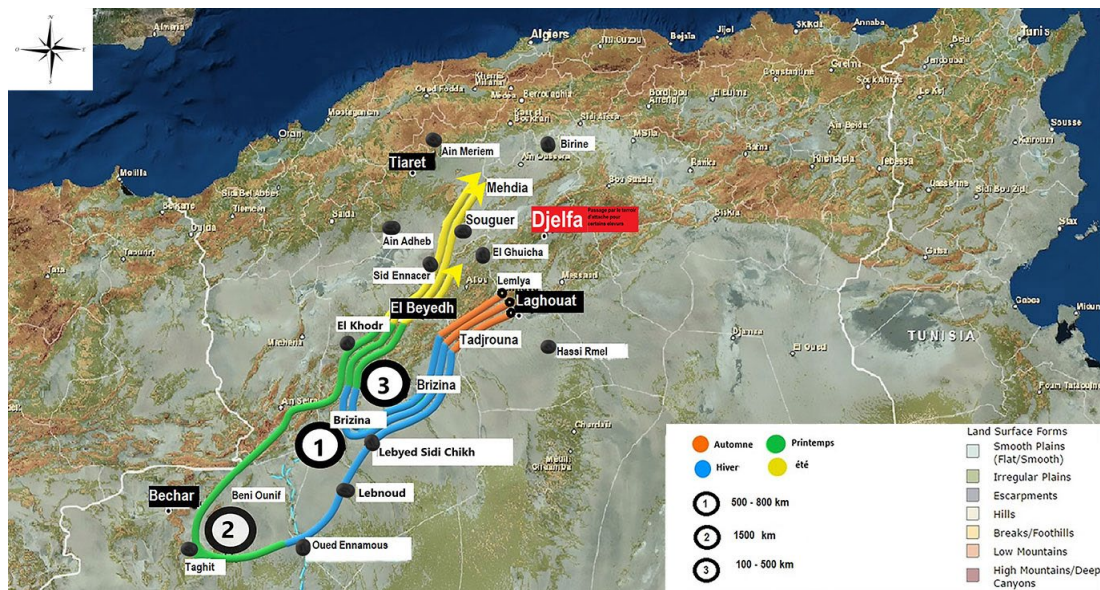


Figure 4 : Principaux itinéraires de transhumance au nord de l'Algérie // Main transhumance routes in Northern Algeria

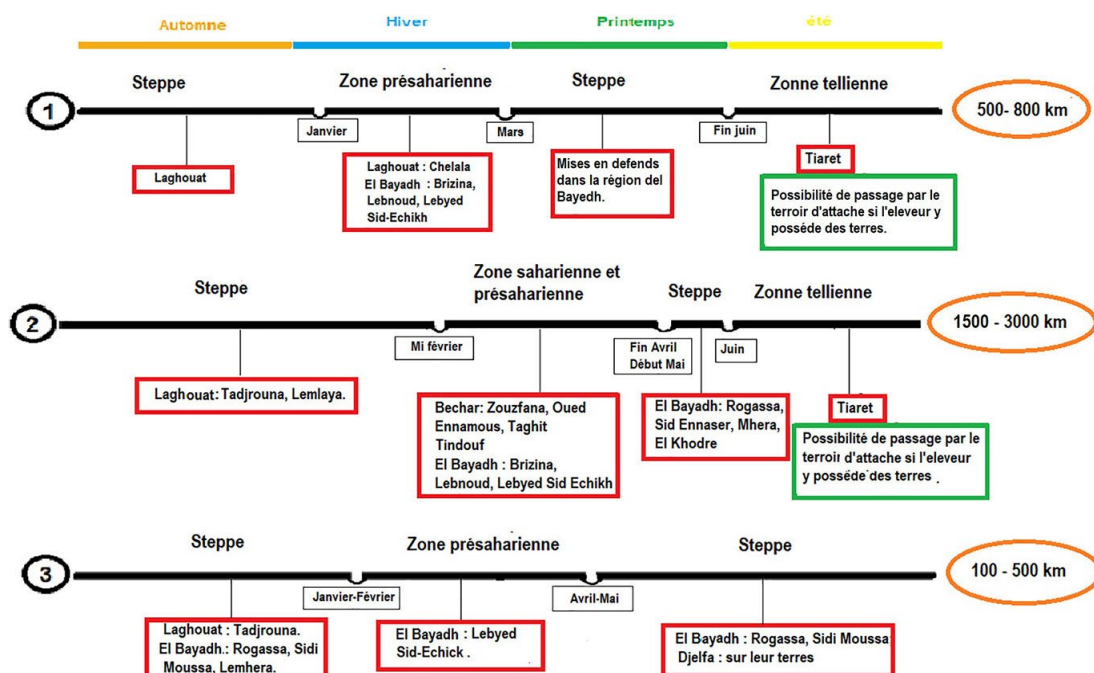


Figure 5 : Calendrier de transhumances au nord de l'Algérie // Calendar of transhumance in Northern Algeria

fréquemment dans la région de Tiaret. Cette région est très appréciée pour son espace et la qualité de ses terrains. Dans le cas où un éleveur avait des terres dans son terroir d'attache, il pouvait y passer l'été ou y faire seulement un passage pour profiter des chaumes disponibles même en faible quantité. Les surfaces louées étaient en fonction de la taille du troupeau et pouvaient aller jusqu'à 100 hectares. Les éleveurs effectuant cet itinéraire possédaient des troupeaux de taille moyenne de 200 à 600 brebis.

Le choix de cet itinéraire ne semblait pas être lié exclusivement aux moyens économiques des éleveurs. Les éleveurs de ce groupe auraient choisi des itinéraires rentables avec un minimum de contraintes en termes de transport et de difficultés d'accès au terrain. Certains d'entre eux ont expliqué lors de l'entretien qu'il était plus contraignant pour eux de s'aventurer vers des zones comme Bechar. Cela leur demandait une organisation importante et parfois peu rentable. Des liens sociaux leur permettaient de garder une certaine stabilité dans la pratique de ce type de mobilité. En effet, ils louaient des chaumes et des jachères chez les mêmes agriculteurs depuis un certain nombre d'années, ce qui semblait être un acquis précieux que les éleveurs veillaient à préserver. D'autres éleveurs préféraient, durant la période estivale, rester dans leur terroir d'attache. Ils faisaient alors pâturer leurs troupeaux sur des parcours collectifs pauvres en ressources fourragères et devaient acheter de l'orge pour assurer la couverture des besoins des animaux.

Déplacement de grande amplitude

Le déplacement de grande amplitude se caractérisait par un long passage dans la steppe, du début de l'automne jusqu'au milieu de l'hiver. Durant cette période, les éleveurs demeuraient au pied des zones montagneuses des steppes situées dans la wilaya de Laghouat ou d'El Bayadh afin de s'abriter des vents froids. Quand l'année était annoncée favorable (sur le plan pluviométrique et donc en matière de végétation pastorale) dans les régions sahariennes, les éleveurs s'y rendaient et y restaient jusqu'au milieu du printemps. Cet itinéraire vers les régions sahariennes était emprunté quand les éleveurs estimaient *de visu* ou par leurs informateurs de confiance que la végétation éphémère, appelée *achebs*, poussait bien après les pluies pour assurer une ressource fourragère gratuite pendant plusieurs mois (Chehmaet al., 2005). Si ce n'était pas le cas, les éleveurs préféraient rester dans la steppe pour louer des terres mises en défens auprès du HCDS ou des jachères en zones telliennes auprès d'agriculteurs. Les déplacements de fin d'hiver vers le Sahara se faisaient généralement en camion en direction de régions comme Tindouf, Bechar. Ils pouvaient même arriver jusqu'aux frontières libyenne ou marocaine, où se tenaient des marchés interrégionaux importants. Cela permettait d'organiser plus efficacement et plus rapidement la vente d'animaux, les éleveurs disposant ainsi de liquidités financières pour acheter des aliments pour bétail et pallier le manque de fourrage sur les parcours (Alary et Boutonnet, 2006).

Les éleveurs qui faisaient ce type de transhumance possédaient généralement un camion. Pour transporter la totalité de leurs animaux, ils faisaient appel à d'autres éleveurs de confiance, possédant un camion, préférentiellement de la même tribu, afin qu'il n'y ait pas de vol en cours de route. Ces opérations n'étaient accessibles qu'aux éleveurs disposant de bonnes relations sociales dans leur wilaya et dans les wilayas d'accueil. Le coût de la location était de 40 DA/km/camion (30 centimes d'euros) sur les routes goudronnées et de 50 DA/km/camion (35 centimes) pour le transport en piste.

Selon les éleveurs, les parcours sahariens, quand ils étaient verdoyants, permettaient aux animaux de se nourrir exclusivement d'herbe durant près de deux mois sans apport de compléments. Cela permettait aux éleveurs de réaliser des économies. En parallèle, les éleveurs réalisaient de grandes ventes d'animaux au niveau des marchés de ces régions proches des frontières.

Au milieu du printemps, quand la chaleur en région saharienne devenait élevée pour les animaux, le retour vers les zones steppiques se faisait généralement à pied sur plusieurs jours (15 à 20 km/jour) pour permettre aux brebis de brouter la végétation au cours de leur déplacement. Les éleveurs faisaient ainsi des économies sur le transport des animaux. Lors de ce déplacement, le campement était transporté par un camion qui appartenait à l'éleveur.

Dans la steppe les éleveurs faisaient escale en louant des mises en défens au HCDS ou en occupant des terres collectives en attendant de pouvoir se déplacer vers le nord, dans les régions telliennes, sur les chaumes ou les céréales sinistrées qu'ils avaient réservés à des agriculteurs chez lesquels ils avaient l'habitude de séjourner. La relation de confiance qui s'était établie entre l'éleveur et l'agriculteur était un des critères de choix des parcelles louées par l'éleveur. Parfois le choix des surfaces louées était défini selon le tarif proposé par l'agriculteur, la qualité des chaumes ou des céréales sinistrées. La situation de la parcelle par rapport aux points d'eau, aux marchés locaux ou à la ville semblait définir les critères de choix de l'éleveur. Il est apparu au cours des enquêtes que les éleveurs les moins avantagés en termes de moyens financiers n'avaient pas accès aux meilleures parcelles. Il leur arrivait de ne pas pouvoir louer certaines années car les prix étaient soit trop élevés pour eux, soit il n'y avait plus de parcelles disponibles. Si les éleveurs possédaient des terres dans leurs terroirs d'attache ils pouvaient y faire un passage en été lorsqu'ils jugeaient que cela en valait la peine. En effet si l'année n'avait pas été favorable et les chaumes étaient peu abondants, les éleveurs n'y passaient pas. Les distances parcourues dans l'année par ces éleveurs pouvaient dépasser 1500 kilomètres.

La grande contrainte rencontrée dans ces zones était le manque d'eau. Les éleveurs parcouraient jusqu'à 150 kilomètres depuis leur campement pour en chercher soit chez des particuliers soit à partir de fontaines ou de puits publics, à une fréquence d'une fois tous les deux ou trois jours selon les besoins en eau. Le transport de l'eau se faisait dans des barils ou des citernes transportées en camion. Un seul éleveur de l'échantillon, possédant 2000 animaux, disposait d'un camion-citerne. Lors de ces déplacements, les éleveurs devaient disposer de main-d'œuvre familiale ou salariée pour effectuer différentes tâches comme le gardiennage, le transport de l'eau et de nourriture. Afin d'assurer leur sécurité dans ces endroits très isolés où les risques de panes ou de vols pouvaient être fatals, les éleveurs se déplaçaient en groupes de deux à dix campements appartenant aux membres de la même famille ou à leur tribu.

La pratique de ce type de transhumance requiert un réseau de connaissances sociales. Cela est nécessaire pour faciliter l'accès aux ressources pastorales (pâturages, eau) sur des zones éloignées et difficiles comme le Sahara. Des zones sont très convoitées comme les mises en défens, à El Bayadh par exemple, ou les chaumes et les céréales sinistrés dans les régions telliennes, par exemple à Tiaret. Ces relations se tissent au cours du temps, sur le moyen ou long terme, sur la base de liens marchands de confiance qui s'établissent lors de la location de terres, de ventes d'animaux ou d'accès à l'eau, ou encore lors des rencontres sur les lieux de transhumances ou sur les marchés. Ces contacts étaient soigneusement entretenus par les éleveurs dans le cas où il y aurait eu nécessité de demander des informations ou d'avoir recours à des échanges de services.

Cette catégorie d'éleveurs adaptait ses itinéraires de transhumance aux variations interannuelles de la pluviométrie ainsi qu'aux bonnes opportunités de pâturages qui s'offraient à eux. Ceux-ci pouvaient être différents d'une année à l'autre. Certaines années les distances parcourues dans un cycle annuel ne dépassaient pas 200 kilomètres. Finalement l'itinéraire et la distance effectués dépendaient d'un compromis toujours remis en question entre l'existence ou la qualité de la ressource (herbe, eau, conditions météorologiques) et son accessibilité (prix de la ressource et du moyen de transport, maîtrise des relations sociales).

Déplacement de petite amplitude

Les éleveurs pratiquant une transhumance de petite amplitude se déplaçaient vers des zones peu éloignées de leur terroir d'origine et pour des durées courtes. Ils passaient l'hiver dans les régions présahariennes comme à Brizinaet Lebyed Sidi Echikh (El Bayadh) pour les raisons évoquées précédemment pour les éleveurs pratiquant les déplacements de moyenne amplitude. Au printemps ils revenaient dans la steppe pour louer des terres mises en défens par le HCDS. Les surfaces louées pouvaient varier d'un éleveur à l'autre selon la taille du troupeau et la disponibilité des terres. Le coût de la location pour environ deux mois était de 1000 DA/ha (7 €/ha), et de 2000 DA/ha (14 €/ha) pour les plantations en plantes fourragères comme *Atriplex*. L'argent était reversé dans la trésorerie de la commune. Cependant tous les éleveurs n'y avaient pas accès. De nombreux éleveurs ont confié avoir des difficultés à trouver des terres mises en défens à louer, surtout les petits éleveurs possédant moins de 150 têtes. Il était parfois nécessaire de s'y prendre plusieurs mois à l'avance pour réserver une place et très souvent le nombre d'hectares attribués aux éleveurs était insuffisant. Les charges pastorales autorisées dans la steppe n'étaient donc pas toujours respectées. Les demandes des éleveurs étant nombreuses et les cheptels importants, les parcours mis en défens se retrouvaient souvent surpâturés. Les responsables du HCDS ont confié avoir rencontré beaucoup de difficultés à réguler les charges animales en raison de l'importance des troupeaux et de la pression exercée par les éleveurs. D'autre part, les éleveurs disaient que l'offre fourragère des parcours mis en défens restait très faible, surtout les années où il ne pleuvait pas.

Les animaux se nourrissaient surtout de l'herbe qui poussait après les pluies. Les plantes ligneuses étaient utiles pour leurs apports en fibres dans le cas où les éleveurs étaient contraints d'acheter du grain à des prix de l'ordre de 3500 DA/q (25 €/q) pour compléter la ration alimentaire des animaux à raison de 1 kg/tête/jour en moyenne. Cette quantité pouvait augmenter jusqu'à 2 kg en cas de disette. Les terres mises en défens étaient louées en réalité afin d'assurer une tranquillité et une sécurité aux éleveurs et à leurs animaux. Selon eux, il était de plus en plus difficile de trouver des terres pour faire pâturer leurs animaux car l'appropriation des terres à des fins de constructions ou de mise en culture commençait à se généraliser.

En été, ces éleveurs restaient dans la steppe sur des terres collectives dont l'accès était contrôlé par des tribus du nord d'El Bayadh vers Rogassa. Ils pouvaient aussi retourner à Djelfa sur leurs propres terres ou sur les terres collectives de leur propre tribu. Cependant la végétation y est pauvre et ne couvre que les besoins en fibres. Les éleveurs qui empruntaient cet itinéraire préféraient nourrir leurs animaux au grain en été et les faire pâturer sur de la végétation maigre que de louer des chaumes. Le choix de cet itinéraire semblait être dû aux difficultés économiques et au manque de relations sociales pour trouver des terres de location et pour se déplacer vers les régions sahariennes. Les distances parcourues durant l'année par ces éleveurs ne dépassaient pas 500 kilomètres.

Un retour au terroir d'attache souvent problématique

Tous les éleveurs ne passaient pas par leur terroir d'attache avec leurs troupeaux, la région de Djelfa ayant connu une fermeture des espaces de plus en plus prononcée par l'urbanisation et la mise en culture des terres. Les éleveurs ne trouvaient plus où faire pâturer les animaux dans leur terroir d'attache. Il était presque nécessaire à chaque fois de les faire déplacer en camion d'un site à l'autre. Notons que certains éleveurs revenaient pour une période de l'année dans leur terroir d'attache. Parmi les 59 éleveurs interviewés, 30 ont déclaré y séjourner avec leurs troupeaux au moins à un moment de l'année. Les périodes de passage pouvaient varier de deux semaines à une saison entière voire deux. Les raisons évoquées étaient la disponibilité en herbe dans les parcours collectifs ou sur leurs propres terres,

ou encore le déplacement pendant une année de sécheresse sur tout le territoire algérien. Sur les 30 éleveurs qui revenaient à Djelfa, 23 disposaient dans leur terroir d'attache de droits d'accès exclusifs aux parcours octroyés par les autorités locales. Le reste des éleveurs (29) ne revenaient quasiment pas dans leur terroir d'attache avec leurs troupeaux. Ils ont indiqué ne pas y trouver de place pour faire pâturer les animaux. Ils avaient bien conscience que les parcours de Djelfa étaient saturés. Ils ne songeaient même pas à y revenir un jour. Ils erraient entre la steppe des hautes plaines et les régions sahariennes à la recherche de pâturages et ne revenaient sur leur territoire que pour des nécessités administratives ou familiales.

■ DISCUSSION

Cette étude a décrit une réalité rarement documentée dans la littérature. Les informations recueillies ont montré la complexité des mobilités de longues distances pratiquées par les éleveurs de la région de Djelfa, qui résultait, d'une part, de l'étendue du territoire parcouru, d'autre part, du perpétuel mouvement des éleveurs dans ces zones. Les enquêtes ont mis en évidence l'existence toujours actuelle de mobilités de longue distance pratiquées de façon pérenne et selon des modalités variées de la part d'éleveurs de la wilaya de Djelfa. Ce constat remet en cause les propositions de Bensouiah (2005) et Bencherif (2011). Selon eux, l'abandon des grandes mobilités serait dû à la diminution des parcours, au rétrécissement des couloirs de transhumances et à l'adoption d'un mode de vie sédentaire par les éleveurs. La présente étude a permis d'établir, au contraire, que ces contraintes avaient incité certains éleveurs à innover en matière de mobilité pastorale afin de maintenir leur élevage a) dès les années 1970 grâce au transport par camion des animaux et de l'eau, et b) depuis les années 2000 grâce à la sécurité recouvrée dans les vastes territoires du Sahara et aux progrès des télécommunications qui ont favorisé la mobilisation de leurs réseaux sociaux. C'est ainsi que certains éleveurs parcourent de très longues distances et n'hésitent pas à explorer de nouvelles destinations afin de trouver des pâturages intéressants. Certains d'entre eux se déplacent toute l'année sans revenir à leur terroir d'attache. Selon Bourbouze et al. (2009) et Kanoun et al. (2018), l'accès à l'information via le téléphone portable et le développement des réseaux routier et hydraulique sur l'ensemble du territoire algérien, ainsi que l'acquisition de moyens motorisés modernes ont permis d'accéder plus facilement à de nouveaux espaces mais aussi aux marchés locaux ou interrégionaux.

Les déplacements vers les zones de transhumance se décident plus vite et se font sur de plus longues distances. Pour réduire leur vulnérabilité résultant de la faible productivité des parcours pastoraux, les éleveurs doivent envisager un minimum de mouvement afin d'assurer les besoins alimentaires de leur troupeau et de minimiser le recours aux sous-produits des cultures et aux concentrés. C'est ainsi que les éleveurs amènent leurs troupeaux et leurs citernes en camion vers des régions où l'accès à l'eau reste difficile. Ils vont vers les régions sahariennes et présahariennes dès qu'une précipitation engendre la germination des végétations éphémères. Cette pratique n'était pas envisagée chez les éleveurs traditionnels steppiques. Selon Kheldoun (2000) les éleveurs sans moyens ont tendance à se replier sur une partie de leurs terrains privés et à s'y fixer toute l'année. Selon Kanoun (2016), la sédentarisation reste une logique minoritaire dans la région de Djelfa dans le rapport à l'espace des éleveurs.

Outre les moyens matériels, l'accès aux pâturages par transhumance demande notamment des facultés d'organisation, de bonnes ressources relationnelles. Nos enquêtes confirment les résultats de Kanoun et al. (2013) selon lesquels les ressources relationnelles sont très importantes pour maintenir l'élevage dans ces milieux. Ce sont donc généralement des éleveurs disposant de moyens financiers et

d'un capital social importants qui s'aventurent à ce genre de pratique. Selon les éleveurs interviewés, les parcours deviennent de plus en plus inaccessibles du fait de l'appropriation privative des terres collectives locales qui commence à se faire ressentir même dans les parcours présahariens et sahariens, accroissant la pression pour des déplacements sur des distances de plus en plus longues. La concurrence pour la location des parcours et des chaumes commence à devenir importante. Les agents du HCDS notent eux aussi une pression grandissante sur les parcours mis en défens. Selon eux, les espaces accordés aux mises en défens actuelles ne sont pas suffisants pour satisfaire la demande des éleveurs durant la saison printanière. À l'avenir, les parcours steppiques, présahariens et sahariens pourraient connaître une appropriation individuelle de plus en plus importante qui pourrait être marquée par le développement de la mise en culture des parcours et de l'urbanisation. Cette situation pourrait notamment s'accompagner d'un appauvrissement des parcours de plus en plus important. S'ajouterait à cela l'accroissement du cheptel et du nombre d'éleveurs dans ces territoires. Des arbitrages entre ces usages concurrents de l'espace pastoral (agriculture, urbanisation, pastoralisme) dépendront le développement des nouvelles pratiques de l'élevage pastoral algérien.

■ CONCLUSION

Cette étude a mis en évidence de nouvelles organisations des grandes mobilités chez les éleveurs de la wilaya de Djelfa. Les différentes formes de transhumance identifiées se distinguent par leurs itinéraires, les distances parcourues au cours d'un cycle annuel et le calendrier de transhumance. Nous avons montré que les mobilités sont toujours d'actualité en territoire steppique et que les éleveurs s'adaptent à leur contexte en mobilisant des moyens matériels et humains pour y parvenir. La mobilité reste un pilier central dans les systèmes d'élevage des régions steppiques. Ces résultats réfutent l'hypothèse de sédentarisation irrémédiable des systèmes pastoraux. Ils remettent aussi en cause les analyses selon lesquelles les diminutions des superficies des parcours et des couloirs de transhumances entraîneraient un abandon progressif des pratiques de mobilité de grande distance (Abbad et Genin, 2004 ; Bensouiah, 2005 ; Aidoud et al., 2006 ; Bencherif, 2011). De fait, les transhumances de longue distance, notamment celles de moyenne et grande amplitude, sont un des outils mis en œuvre par les éleveurs qui le peuvent pour pallier la réduction des ressources pastorales de la steppe. Ces déplacements peuvent s'effectuer sur toute l'année sans passer par le terroir d'attache, déjà saturé. Actuellement les mobilités de grande amplitude sont l'un des outils utilisés par les éleveurs de Djelfa pour maintenir leurs systèmes d'élevage. Les moyens motorisés, les technologies comme les téléphones portables, le développement du réseau routier, des forages d'eau à travers le territoire national, la sécurité recouvrée ainsi que le prix abordable du carburant ont grandement facilité l'accès à cette pratique. Cependant l'accès aux ressources reste problématique : il nécessite la mobilisation de capitaux relationnels et financiers importants. Quand les éleveurs n'ont pas accès à ces ressources, n'étant pas inséré dans les « bons » réseaux sociaux et ne disposant pas d'avance de trésorerie substantielle, ils sont obligés, en restant sur leur terroir d'attache ou dans ses environs immédiats, de recourir à des achats d'aliment grossier et concentré, ce qui peut menacer la rentabilité de leur production. Finalement, la mobilité de longue distance, l'achat d'aliment pour bétail, le pâturage sur des parcours préservés sur le terroir d'attache sont autant de ressources complémentaires utilisées pour s'adapter aux aléas climatiques, sociaux ou économiques, par les éleveurs d'ovins de Djelfa selon leurs besoins et les opportunités qu'ils ont de les mobiliser.

Remerciements

Nous remercions la direction de l'UMR SELMET à Montpellier pour son accueil et son appui logistique et méthodologique. Nous

remercions vivement les cadres, ingénieurs et techniciens du HCDS de Djelfa et El Bayadh, et particulièrement Monsieur le Commissaire général Amedjkouh Moustafa et les ingénieurs Makhlof Aissa du HCDS de Djelfa, le commissaire de la Wilaya d'El Bayadh Ahmed Moussa et toute son équipe, en particulier Laarbi Moulay, pour leur disponibilité, leur accueil et leur grand appui sur le terrain. Nous remercions notamment l'ensemble des cadres et des techniciens de l'INRAA Djelfa qui ont participé à la direction des enquêtes. Nous remercions la Conservation des Forêts d'Aflou et de Djelfa pour leur appui sur le terrain. Nous remercions notamment la famille Amedjkouh pour son accueil durant la période d'enquête dans la région de Djelfa. Nos vifs remerciements vont à toute personne ayant contribué à la réalisation de cette étude, en particulier à Dellaoui Boualem, Bedak Menad, Loumasine Hiba, Gaci Idir, Gaci Kenza et Tahri Redouan. Nous remercions l'ensemble des éleveurs ayant participé à cette étude. Enfin nous remercions les relecteurs anonymes dont les conseils judicieux nous ont permis d'enrichir notre texte.

Conflits d'intérêts

Les auteurs déclarent que l'étude a été menée sans conflit d'intérêts.

Déclaration des contributions des auteurs

DG a participé à la conception et à la planification de l'étude, réalisé les enquêtes de terrain, collecté les données, construit leur analyse et leur interprétation, rédigé la première version et les versions successives du manuscrit ; JH a contribué à poser la problématique et a participé à la rédaction de l'article ; MK a conçu le projet et organisé les enquêtes ; JPB a participé à l'interprétation des données d'enquête, à leur mise en forme et à la rédaction de l'article ; HA a supervisé l'ensemble du travail et participé à la conception de la recherche.

REFERENCES

- Abbad A., Genin D., 2004. Politiques de développement agropastoral au Maghreb : enseignement pour de nouvelles problématiques de recherche développement. In: Environnement et société en mutation (Ed. Picouët M. et al.). IRD, Paris, France, 341-358, doi: 10.4000/books.irdeditions.1146
- Aidoud A., Le Houérou H.N., Le Floch E., 2006. Les steppes arides du Nord de l'Afrique. *Sécheresse*, **17** (1-2): 01-06
- Alary V., Boutonnet J.P., 2006. L'élevage ovin dans l'économie des pays du Maghreb : un secteur en pleine évolution. *Sécheresse*, **17** (1-2): 40-46
- Bencherif S., 2011. L'élevage pastoral et la céréaliculture dans la steppe algérienne : Évolution et possibilités de développement. Thèse Doct., Agroparistech, Paris, France, 268 p.
- Belala F., Hirche A., Muller S.D., Tourki M., Salamani M., Ait Hamouda T., Boughani M., 2018. Rainfall patterns of Algerian steppes and impacts on natural vegetation in 20th century. *J. Arid Land* **10**: 561-573, doi: 10.1007/s40333-018-0095-x
- Ben Hounet Y., 2009. Le poids du nomadisme pastoral dans les steppes algériennes. *Études Rural.* **184**: 107-122, doi: 10.4000/etudesrurales.10514
- Bensouiah R., 2005. Pasteurset agro-pasteurs de la steppe algérienne : enquête sur la région de Djebel Amour. *Revue Strates* **11**: 1-14, doi: 10.4000/strates.478
- Boukhobza M., 1982. L'agro-pastoralisme traditionnel en Algérie : de l'ordre tribal au désordre colonial. Office des Presses Universitaires, Alger, Algérie, 458 p.
- Bourbouze A., Ben Saad A., Chiche., Jaubert R., 2009. Sauvegarder des terrains collectifs et de parcours. In Hervieu B (dir.), Thibault H-L (dir.), Abis S (coord.), «Repenser le développement rural en Méditerranée», *Mediterr*, **11**: 243-275
- Bourbouze A., 2006. Systèmes d'élevage et production animale dans les steppes du nord de l'Afrique: une relecture de la société pastorale du Maghreb. *Sécheresse* **17** (1-2): 31-39
- Bousaid A., Souhair N., Du Bois C., Schmitz S., 2018. L'amplification de la désertification par les pratiques agro-sylvo-pastorales dans les hautes plaines steppiques algériennes : les modes d'habiter de la Wilaya de Djelfa. *Envi. Nat. Lands.* 28 p. doi: 10.4000/cybergeog.29257

- Chehma A., Djebar M.R., Hadjaïji F., Rouabeh L., 2005. Etude floristique spatio-temporelle des parcours sahariens du Sud-Est algérien. *Sécheresse* **16** (4) : 275-85
- Chellig R., 1992. Les races ovines algériennes. Office des Presses Universitaires, Alger, Algérie, 80 p.
- Comité National du Code Rural (Niger), 2010. Article 2 de l'ordonnance n° 2010-029 du 20 mai 2010 relative au pastoralisme et article 2 du décret n° 97-007 du 10 janvier 1997 fixant le statut des terroirs d'attache des pasteurs, www.coderural-niger.net/spip.php?article295 (consulté le 15 novembre 2019)
- Daoudi A., Terranti S., Hammouda R.F., Bedrani S., 2013. Adaptation à la sécheresse en steppe algérienne : le cas des stratégies productives des agropasteurs de Hadj Mechri. *Cah. Agri.* **22** (4): 303-310, doi: 10.1684/agr.2013.0629
- Gaci D., Boutonnet J.P., 2020. Novel alternative strategies for resilience towards climatic and socio-economic changes: an analysis of life trajectories of pastoralists in Algerian steppe. 7th International Symposium for Farming System Design, Tunis, Tunisia, 21-24 March 2021
- Ghozlane F., Bendir M., Yakhlef H., Marie M., 2009. La sédentarisation et le développement durable de l'élevage ovin dans les zones steppiques algériennes. Cas de la wilaya de Djelfa. *Rencontres Rech. Rumi.*, **16**: 126
- Hammel R., 2011. Terroirs d'attache des pasteurs au Niger. www.pubs.iied.org/pdfs/9069IIED.pdf (consulté 19 nov 2019)
- Hammouda R.F., Huguenin J., Nedjraoui D., 2013. Régression des parcours et adaptation des élevages en zone steppique algérienne. *Rencontres Rech. Rum.* **20**: 299
- Hourizi R., Hirche A., Djellouli Y., 2017. Changements spatio-temporels des paysages steppiques d'Algérie : Cas de la région de Mechéria. *Rev. Eco.* **72** (1): 33-47, doi : 10.1016/j.scitotenv.2017.07.058
- Idda S., Bonté B., Mansour H., Bellal S., Kuper M., 2017. Monument historique ou système bien vivant ? Les foggarasdes oasis du Touat (Algérie) et leur réalimentation en eau par pompage. *Cah. Agric.* **26**: 55007, doi: 10.1051/cagri/2017049
- Kanoun M., Kanoun A., Baira M., Ziki B., 2007. Les produits de l'élevage ovins steppique : cas des agneaux de Djelfa. *Options Méditerr.* Sér. A (78): 211-217
- Kanoun M., Huguenin J., Meguellati A., Ziki B., 2013. Capacité d'adaptation des exploitations d'élevages. *Rencontres Rech. Rum.*, **20**: 257-260
- Kanoun M., 2016. Adaptation des éleveurs ovins face aux multiples changements d'ordre environnementaux et socioéconomique dans les territoires steppiques : cas des agropasteurs d'El Guedid. Thèse Doct. Ecole nationale supérieure d'agronomie, El Harrach, Algérie, 208 p.
- Kanoun M., Bellahrache A., Meguellati-Kanoun A., Huguenin J., Benedir M., 2018. Transhumance chez les agropasteurs ovins de Djelfa (Algérie) : quel type pour quel avenir ? *Alg. Jour. Arid. Envi.*, **8**: 68-78
- Keffache H., 2018. Combinaison et hybridation des formes de coordination de la qualité : Cas de la filière lait de la wilaya de Médéa en Algérie. Thèse Doct., Supagro, Montpellier, France, Ecole nationale supérieure d'agronomie, El Harrach, Algérie. 442 p.
- Kheldoun A., 2000. Evolution technologique et pastoralisme dans la steppe algérienne : le cas du camion Gak dans les hautes plaines steppiques occidentales. *Option méditerr.* Sér. A (39) : 221-127
- Kherri A., 2013. Support pédagogique de cours n° 2 Echantillonnage, www.cours-examens.org/images/An-2018/Etudes-superieures/Statistiques/6-2.pdf
- Le Houérou H.N., 1995. Considération bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du nord de l'Afrique. *Options Méditerr.*, Sér. B (10) : 396 p.
- Nedjraoui D., Bédrani S., 2008. La désertification dans les steppes algériennes : causes, impacts et actions de lutte. *Vertigo* **8**. doi: 10.4000/vertigo.5375
- Nori M., 2017. Bergers étrangers, une opportunité pour le pastoralisme euro-méditerranéen ?, *Rev. Géo. Alpine.*, 105-4 : 16 p, doi : 10.4000/rga.3544
- ONS, 2011. Recensement général de la population et de l'habitat, résultats 2008. Office national des statistiques, Alger, Algérie, 213 p.
- Rondia P., 2006. Aperçu de l'élevage ovin en Afrique du nord. *Rev. Filière Ovine Caprine* **18**: 11-14
- ROSELT, 2005. Rapport final. Observatoire des hautes plaines steppiques du sud oranais, Biskra, Algérie, www.oss-online.org/sites/default/files/publications/oss-roselt-ni4-indicateurs_fr.pdf
- Wenlin P., 2007. L'analyse de contenu comme méthode d'analyse qualitative d'entretiens : une comparaison entre les traitements manuels et l'utilisation de logiciels. *Rech. Qual.*, **3**: 243-272
- Yabrir B., Laoun A., Chenouf N.S., Mati A., 2015. Caractéristiques des élevages ovins de la steppe centrale de l'Algérie en relation avec l'aridité du milieu : cas de la wilaya de Djelfa. *Livest. Res. Rural Dev.* **27**: 207 (consulté 10 déc 2019)

Summary

Gaci D., Huguenin J., Kanoun M., Boutonnet J.-P., Abdelkrim H. New pastoral movements: the case of sheep herders in Djelfa Wilaya, Algeria

The socioeconomic, demographic, political and climatic changes that the Algerian steppe has undergone in recent decades have led to major alterations in livestock husbandry practices, particularly in terms of pastoral mobility. This study describes new mobility practices currently adopted by herders in the region of Djelfa. It was based on 59 semidirective interviews conducted between 2014 and 2016 with herders in various hosting areas. Our results revealed a diversity of pastoral practices related to the distance traveled during an annual cycle, the calendar, the transhumance itinerary, and whether or not they passed through their home areas. The movements could vary from one year to another or during the herders' lifetime. This study showed that new forms of adaptation to the changing context of the Algerian steppe could be implemented by breeders through new long-distance movements. Our results highlight new forms of pastoral mobility despite the tightening of space and show that settling is not the only form of adaptation of pastoral populations to changes.

Keywords: sheep, transhumance, steppes, pastoral systems, Algeria

Resumen

Gaci D., Huguenin J., Kanoun M., Boutonnet J.-P., Abdelkrim H. Nuevas posibilidades pastorales: caso de los criadores de ovinos del distrito (wilaya) de Djelfa, Argelia

Las evoluciones socioeconómica, demográfica, política y climática que a conocido la estepa argelina en el curso de las últimas décadas han inducido profundas transformaciones a nivel de las prácticas de crianza, particularmente en materia de movilidades pastorales. Este estudio describe nuevas prácticas de movilidad adoptadas actualmente por los criadores de la región de Djelfa. Se basó en 59 entrevistas semi directivas realizadas entre 2014 y 2016 con criadores de diferentes zonas de recepción. Nuestros resultados han evidenciado una diversidad de prácticas pastorales relativa a la distancia recorrida durante un ciclo anual, al calendario, al itinerario de trashumancia y al paso o no por el territorio de pertenencia. Estas movilidades pudieron variar de un año al otro o durante el curso de la vida de un criador. Este estudio mostró que las nuevas formas de adaptación al contexto cambiante de la estepa argelina podrían ser implementadas por los criadores mediante nuevas movilidades de gran distancia. Nuestros resultados realzan la renovación de las formas de movilidad pastoral a pesar del estrechamiento del espacio y muestran que la sedentarización no es la única forma de adaptación de las poblaciones pastorales a los cambios.

Palabras clave: ovino, trashumancia, estepas, sistemas pastorales, Argelia

Typologie des élevages de dindons au sud du Bénin

Ignace Ogoudanan Dotché^{1*} Loukyatou Issimouha Baba¹
Lionel Florent Okambawa¹ Monique Koffi¹ Nasser Adebo¹
Issaka Youssao Abdou Karim¹

Mots-clés

Dindon, élevage de volailles, typologie, logement des volailles, alimentation, reproduction, facteur de risque, Bénin

Submitted: 3 May 2020

Accepted: 16 September 2020

Published: 1 March 2021

DOI: 10.19182/remvt.36325

Résumé

L'élevage de dindons est pratiqué dans tout le pays mais il est moins développé que celui d'autres volailles. Le but de l'étude était de caractériser cet élevage. Les données ont été collectées lors d'une enquête rétrospective dans 83 élevages au Sud Bénin. La procédure *Proc corresp* du logiciel SAS a permis d'identifier trois groupes d'éleveurs : le groupe 1 composé de personnes de niveau du secondaire ayant pour activités l'élevage et l'artisanat ; le groupe 2 comprenant des personnes non scolarisées ou de niveau du primaire ayant pour activités le commerce et l'agroélevage ; et le groupe 3 incluant des fonctionnaires ou des salariés ayant un niveau universitaire. La majorité des enquêtés disposait de logements de type amélioré ou traditionnel pour les volailles. L'alimentation des dindons était davantage basée sur les provendes dans les groupes 1 et 3 que dans le groupe 2. Les céréales, les sous-produits agricoles et les résidus de cuisine étaient utilisés par la majorité des éleveurs du groupe 2. L'incubation naturelle sous la dinde ou la poule était pratiquée par tous les éleveurs. Les difficultés auxquelles étaient confrontés les éleveurs étaient les maladies, les mortalités, les accidents, les prédateurs et le manque de marché. Les prédateurs et les accidents ont été plus souvent rapportés dans les groupes 1 et 2 que dans le groupe 3. Les dindons étaient surtout vendus pendant les fêtes de fin d'année dans tous les groupes. Le prix de vente des dindons était plus élevé dans le groupe 3 que dans le groupe 2 où les produits coûtaient plus cher que dans le groupe 1. Dans l'ensemble, l'élevage de dindons était de type semi-amélioré dans le groupe 1 et 3, et traditionnel dans le groupe 2. Il doit être amélioré pour le rendre plus compétitif.

■ Comment citer cet article : Dotché I.O., Baba L.I., Okambawa L.F., Koffi M., Adebo N., Youssao Abdou Karim I., 2021. Typology of turkey farms in Southern Benin. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 74 (1): 13-26, doi: 10.19182/remvt.36325

■ INTRODUCTION

L'aviculture est très répandue au Bénin et occupe la deuxième place après l'élevage de bovins en termes de production de viande (Agodokpessi et al., 2016). Elle a fourni au pays 14 561 tonnes de viande

et 15 355 tonnes d'œufs en 2018 (FAOSTAT, 2019). Les espèces de volailles assurant cette production sont les poulets, les pintades, les canards et les dindons (Pougoué et al., 2019 ; Houessionon et al., 2020). Cette production n'est pas à la hauteur des efforts fournis par les éleveurs compte tenu des difficultés qu'ils rencontrent dans la conduite de l'élevage. En effet, la filière avicole est caractérisée par la prédominance d'exploitations agricoles de petite taille avec un faible niveau de biosécurité, un manque de logements pour animaux, une alimentation inappropriée, des volailles de niveau génétique faible et un mauvais suivi de la reproduction (Dahouda et al., 2007 ; Pougoué et al., 2019). Des travaux ont été réalisés dans le but de résoudre ces problèmes et d'améliorer la production nationale de cette filière. Ils ont porté sur la caractérisation de l'élevage de volailles (Dahouda et al., 2007), la caractérisation génétique et l'amélioration génétique des pintades (Vignal et al., 2019), l'amélioration de leur alimentation

1. Laboratoire de biotechnologie animale et de technologie des viandes, Département de production et santé animales, Ecole polytechnique d'Abomey-Calavi, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 2009, Cotonou, Bénin.

* Auteur pour la correspondance

Tél. : +229 67 56 52 20

Email : ogoudanan@yahoo.fr ; dotcheign@gmail.com



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

et santé (Dahouda, 2009 ; Boko et al., 2012 ; Agodokpessi et al., 2016), et sur l'évaluation de la qualité organoleptique, nutritionnelle et technologique de la viande et des œufs de poulets afin d'améliorer leur commercialisation (Tougan et al., 2013). Ces travaux se sont concentrés sur l'élevage de poulets et de pintades, ce qui a permis d'améliorer la production et la commercialisation de ces espèces. Contrairement à ces deux espèces, les canards et les dindons ont été oubliés et les difficultés mentionnées plus haut continuent d'affecter leur productivité. Le canard commence à faire l'objet d'attention avec des travaux sur la caractérisation de son élevage, l'amélioration de son alimentation, l'amélioration de ses performances et la qualité de sa viande (Houessionon et al., 2019 ; 2020).

En revanche, l'élevage de dindons continue d'être ignoré, ce qui explique le fait que la production de viande de cet élevage diminue chaque année malgré les efforts consentis par les éleveurs. Cette production est passée de 135 tonnes en 2002 à 4 tonnes seulement en 2012 (Onibon et Sodegla, 2005 ; FAO, 2015). La chute de la production nationale a entraîné l'importation massive de viande de dindon et même de découpe de dindon malgré l'interdiction de leur importation pour des raisons sanitaires (Onibon et Sodegla, 2005 ; Dognon et al., 2018). Il est devenu indispensable d'améliorer la production nationale de viande de dindon afin de limiter ces importations. Pour mieux comprendre les axes possibles d'amélioration, une première étude visant à caractériser les élevages de dindons au Sud Bénin montre que l'élevage de cette espèce a été amélioré dans l'Ouémé et l'Atlantique par rapport au Zou (Adebo, 2018). Le but de cette étude a été de faire une typologie de ces élevages.

■ MATERIEL ET METHODES

Cadre de l'étude

L'étude a été réalisée dans les départements de l'Atlantique, de l'Ouémé et du Zou. Le département de l'Atlantique est situé au sud du Bénin et couvre une superficie de 3233 kilomètres carrés. Il s'étend de Godomey à la lisière de Sèhouè. Il compte huit communes : Abomey-Calavi, Allada, Kpomassè, Ouidah, So-Ava, Toffo, Tori-Bossito et

Zè. Il jouit d'un climat de type subéquatorial à quatre saisons avec une pluviométrie annuelle de 1060 millimètres. La partie centrale du département est formée par un plateau qui descend vers les vallées de l'Ouémé, du Couffo et de la dépression de la Lama. Les températures moyennes mensuelles varient entre 27 et 31 °C. Les écarts entre le mois le plus chaud et le moins chaud ne dépassent pas 3,2 °C dans la zone sud. L'Atlantique dispose d'un réseau hydrographique assez important. La population de ce département était estimée à près de 1 400 000 habitants en 2013 (INSAE, 2015). Les données ont été collectées à Abomey-Calavi (figure 1).

Le département de l'Ouémé est situé au sud-est du Bénin. Il s'étend sur 1865 kilomètres carrés entre 6° 40' N et 2° 30' E, avec une population de plus de 1 100 000 habitants en 2013 et une densité de 423 habitants/km² (INSAE, 2015). Il comprend neuf communes : Adjara, Adjohoun, Aguégoués, Akpro-Missérétié, Bonou, Dangbo, Porto-Novo, Sèmè-Podji et Avrankou. Il appartient à la région subéquatoriale ayant un climat à quatre saisons : une grande saison des pluies (avril-juillet), une petite saison sèche (août-septembre), une petite saison des pluies (octobre-novembre), et une grande saison sèche (décembre-mars). Les températures varient peu (25 à 30 °C) avec une pluviométrie de 900–1500 millimètres. Les travaux ont été menés à Porto-Novo, Apro-Missérétié, Avrankou et Sèmè-Podji (figure 1).

Le Zou est un département situé au centre du Bénin. Il est limité au sud par les départements de l'Atlantique, du Mono et de l'Ouémé, à l'ouest par le Togo, à l'est par le département du Plateau et au nord par le département des Collines. Sa superficie est de 5243 kilomètres carrés. La population comptait plus de 850 000 habitants avec une densité de 162 habitants/km² en 2013 (INSAE, 2015). Il comprend neuf communes : Abomey, Agbangnizoun, Bohicon, Covè, Djidja, Ouinhi, Zagnanado, Za-Kpota et Zogbodomey. Il a un climat de transition entre le climat subéquatorial et le climat tropical humide du type soudano-guinéen du Nord Bénin. La moyenne pluviométrique annuelle varie entre 900 et 1200 millimètres. Il y a deux saisons des pluies (avril à juin et septembre à novembre) et deux saisons sèches (juillet à août et décembre à mars). L'étude a été réalisée à Bohicon et Djidja (figure 1).

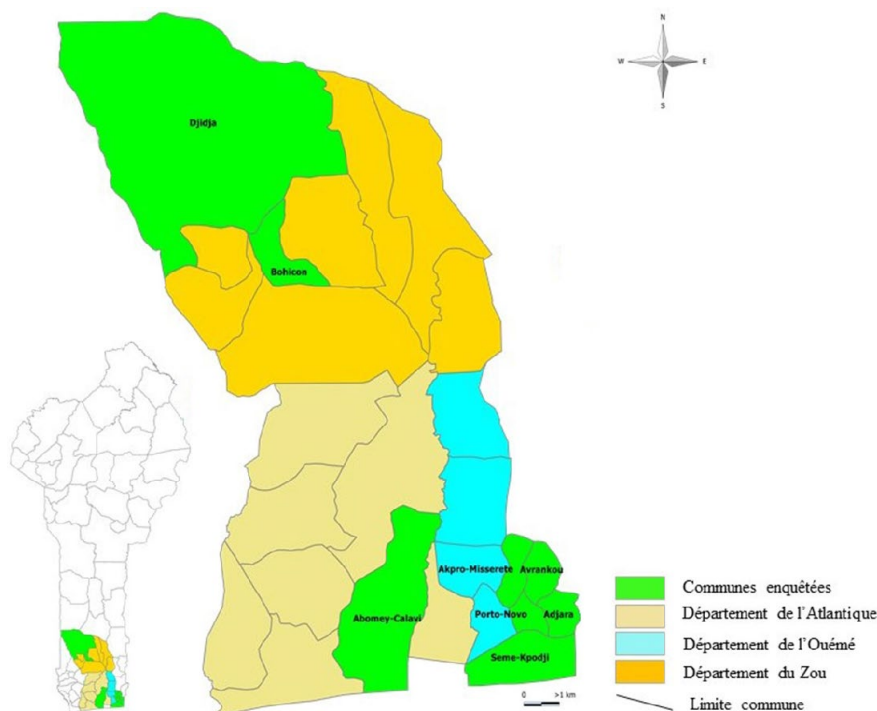


Figure 1 : Zone d'étude au Sud Bénin /// Study area in South Benin

Matériel et méthodes

La méthodologie utilisée pour la collecte des données a été celle de l'enquête rétrospective par entretien avec l'éleveur. A partir de questions semi-fermées, l'enquête a permis de recueillir les informations sur l'éleveur (niveau d'étude, activités), les objectifs d'élevage, l'utilisation des produits d'élevage, le logement des dindons, l'alimentation, la reproduction, la biosécurité, les pathologies et la commercialisation des produits de l'élevage. Les éleveurs ont été choisis suivant les critères d'accessibilité et de disponibilité à fournir les informations. La collecte des données a eu lieu dans 83 élevages, dont 33 dans l'Ouémé, 22 dans l'Atlantique et 28 dans le Zou, du 6 août au 6 octobre 2018. Une fiche d'enquête à choix multiple a été utilisée pour la collecte des données.

Analyses statistiques

L'analyse statistique a compris deux étapes. Dans la première, une analyse factorielle des correspondances (AFC) a été mise en œuvre sur les variables qualitatives suivantes : niveau d'étude, activités, objectifs de production, aliments utilisés, type de logement et mode de reproduction. L'AFC a été suivie d'une classification ascendante hiérarchique (CAH) sur la base des caractéristiques des élevages sur les composantes de l'AFC les plus significatives (les trois premiers axes). Les groupes d'éleveurs ont été ensuite identifiés en retenant la partition la plus pertinente en termes de variance intergroupe expliquée. Ces groupes ont été caractérisés en testant les différences de fréquences sur un tableau de contingence croisant les variables et les groupes identifiés par le test du Chi². Les fréquences relatives ont été comparées deux à deux entre groupes par le test bilatéral de Z. Pour chaque fréquence relative, un intervalle de confiance (IC) à 95 % a été calculé selon la formule $IC = 1,96\sqrt{[P(1-P)]/N}$ où P est la fréquence relative et N la taille de l'échantillon.

Dans la deuxième étape, une analyse de variance a été mise en œuvre sur les variables quantitatives, le seul facteur de variation considéré a été l'effet du groupe d'élevage (groupes identifiés après la CAH). Le test de Fisher a été utilisé pour déterminer la significativité de l'effet groupe d'élevage et les moyennes des groupes ont été comparées deux à deux par le test t de Student.

Pour ces analyses, le logiciel SAS 2013 a été utilisé en mettant en œuvre les procédures *Proc corresp* (AFC+CAH), *Proc freq* (tests Chi² et bilatéral Z) et *Proc GLM* (analyse de la variance).

RESULTATS

Typologie des élevages

Trois axes ont été retenus pour l'interprétation des résultats de l'analyse factorielle des correspondances et de la classification ascendante hiérarchique ($\chi^2 = 438,98$). Chaque axe correspondait à un groupe d'éleveurs et chaque groupe correspondait à un type d'éleveur. La figure 2 présente les différents types d'élevages projetés dans le premier plan constitué par les deux premières dimensions. La contribution à l'inertie totale des trois axes factoriels a été de 34,7 % (14,3 % pour l'axe 1, 10,7 % pour l'axe 2 et 9,7 % pour l'axe 3).

Le groupe 1 était composé de 35 personnes, dont 19 de l'Ouémé, 12 du Zou et 4 de l'Atlantique. Les éleveurs avaient un niveau du secondaire, et leurs activités étaient l'élevage et l'artisanat (figure 2). Les volailles étaient élevées dans des poulaillers améliorés. L'objectif de production était la production d'œufs et de dindonneaux. Certains éleveurs pratiquaient l'incubation artificielle (figure 2). Ce type d'élevage était de type amélioré.

Le groupe 2 était composé de 28 éleveurs, dont 14 du Zou, 8 de l'Atlantique et 6 de l'Ouémé. Les éleveurs n'avaient pas été scolarisés ou ils avaient le niveau du primaire et exerçaient le commerce et

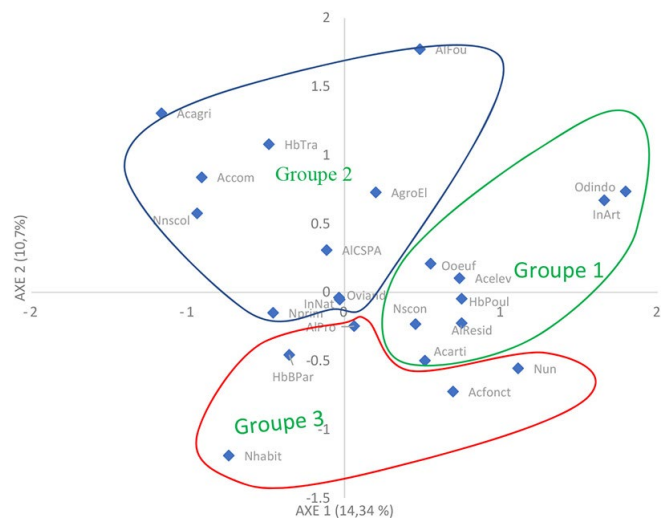


Figure 2 : Typologie des élevages de dindes au Sud Bénin ; Nnscol : non scolarisé ; Nprim : niveau du primaire ; Nscon : niveau du secondaire ; Nun : niveau universitaire ; Acagri : activité agriculture ; Accom : activité commerce ; AgroEl : activité agroélevage ; Aconct : activité fonctionnaire ; Acarti : activité artisan ; Acelev : activité élevage ; AlPro : aliment provende ; AlRes : aliment reste de cuisine ; AICSPA : aliment sous-produit agricole ; AlFou : aliment fourrage ; Nhabit : pas d'habitat ; HbBPar : habitat bâtiment et parcours ; HbPoul : habitat poulailler ; HbTra : habitat traditionnel ; InNat : incubation naturelle ; InArt : incubation artificielle ; Oviand : objectif de production viande ; Ooeuf : objectif production oeuf ; Odindo : objectif production dindonneau /// *Typology of turkey farms in South Benin; Nnscol: no schooling; Nprim: primary school level; Nscon: secondary school level; Nun: university level; Acagri: agricultural activity; Accom: commercial activity; AgroEl: agro-livestock activity; Aconct: civil servant activity; Acarti: craftsman activity; Acelev: livestock activity; AlPro: purchased feed; AlRes: AICSPA: agricultural by-product feed; AlFou: fodder feed; Nhabit: no housing; HbBPar: housing, building and pen; HbPoul: chicken house; HbTra: traditional housing; InNat: natural incubation; InArt: artificial incubation; Oviand: meat production objective; Ooeuf: egg production objective; Odindo: turkey production objective*

l'agroélevage comme activités. Ils pratiquaient un système de type traditionnel. Les volailles étaient dans des logements traditionnels et nourries avec des céréales, des sous-produits agricoles et du fourrage. Certains éleveurs utilisaient de la provende. L'objectif était la production de viande. L'incubation se faisait de façon naturelle sous la poule ou la dinde (figure 2).

Le groupe 3 était composé de 20 éleveurs, dont 10 de l'Atlantique, 8 de l'Ouémé et 2 du Zou. Ces éleveurs étaient des fonctionnaires ou des salariés ayant le niveau universitaire. Le système de production dominant était l'élevage amélioré avec deux catégories d'éleveurs. Certains disposaient de poulaillers, d'autres de bâtiments avec des parcours. La deuxième catégorie laissait les animaux en liberté le jour et en claustration la nuit. Certains n'avaient pas de logement et gardaient les volailles dans leur concession. Ils utilisaient la provende pour les nourrir.

Profils des éleveurs

Les éleveurs étaient en majorité des hommes (95,2 %). Aucune femme n'était présente dans le groupe 3 (tableau I). La majorité d'entre eux (89,2 %) était mariée. Le statut matrimonial n'a pas varié d'un groupe à l'autre. L'âge moyen des enquêtés a été plus élevé ($p < 0,05$) dans le groupe 1 (46,9 ans) que dans les groupes 2 (40,3 ans) et 3 (40,4 ans). Les personnes non scolarisées ont été rencontrées seulement dans les groupes 1 (25,7 %) et 2 (46,4 %). La proportion d'éleveurs ayant le niveau du primaire ou du secondaire n'a pas varié significativement

Tableau I : Profil des éleveurs de dindons et objectifs de production selon le groupe (G) au Sud Bénin /// Turkey farmers' profile and production objectives according to the group (G) in South Benin

Variable	Général (n = 83)	G1 (n = 35)		G2 (n = 28)		G3 (n = 20)		Chi ²
		%	IC	%	IC	%	IC	
Sexe								
Mâle	95,18	97,14 ^a	5,52	89,29 ^a	11,45	100 ^a	0	NS
Femelle	4,82	2,86 ^a	5,52	10,71 ^a	11,45	0 ^a	0	NS
Niveau d'étude								
Non scolarisé	26,51	25,71 ^a	14,48	46,43 ^a	18,47	0 ^b	0	**
Primaire	20,48	14,29 ^a	11,59	17,86 ^a	14,19	35 ^a	20,90	NS
Secondaire	42,17	54,29 ^a	16,50	35,71 ^a	17,75	30 ^a	20,08	NS
Universitaire	10,84	5,71 ^b	7,69	0 ^b	0	35 ^a	20,90	***
Statut matrimonial								
Célibataire	9,64	8,57 ^a	9,27	7,14 ^a	9,54	15 ^a	15,65	NS
Marié	89,16	88,57 ^a	10,54	92,86 ^a	9,54	85 ^a	15,65	NS
Veuf	1,20	2,86 ^a	5,52	0 ^a	0	0 ^a	0,00	NS
Activité								
Éleveur	34,94	40 ^a	16,23	28,57 ^a	16,73	35 ^a	20,90	NS
Agriculteur	14,46	14,29 ^a	11,59	21,43 ^a	15,20	5 ^a	9,55	NS
Agroéleveur	10,84	2,86 ^b	5,52	25 ^a	16,04	5 ^{ab}	9,55	*
Artisan	13,25	25,71 ^a	14,48	3,57 ^b	6,87	5 ^{ab}	9,55	*
Fonctionnaire	14,46	8,57 ^b	9,27	0 ^b	0	45 ^a	21,80	***
Commerçant	8,43	5,71 ^a	7,69	14,29 ^a	12,96	5 ^a	9,55	NS
Propriétaire des volailles								
Père	91,57	88,57 ^a	10,54	92,86 ^a	9,54	95 ^a	9,55	NS
Mère	3,61	2,86 ^a	5,52	7,14 ^a	9,54	0 ^a	0	NS
Enfant	6,02	8,57 ^a	9,27	3,57 ^a	6,87	5 ^a	9,55	NS
Objectif de production								
Viande	98,80	100 ^a	0	100 ^a	0	95 ^a	9,55	NS
Cœufs	49,40	45,71 ^a	16,50	46,4 ^a	18,47	60 ^a	21,47	NS
Dindonneaux	4,82	11,43 ^a	10,54	0 ^a	0	0 ^a	0	NS
Usage des produits								
Autoconsommation	18,07	11,43 ^a	10,54	28,57 ^a	16,73	15 ^a	15,65	NS
Vente	98,80	100 ^a	0	96,43 ^a	6,87	100 ^a	0	NS
Provenance des animaux								
Achat	98,80	97,14 ^a	5,52	100 ^a	0	100 ^a	0	NS
Héritage	1,20	2,86 ^a	5,52	0 ^a	0	0 ^a	0	NS
Motivation vis-à-vis de l'élevage								
Facilité d'élevage	8,43	5,71 ^a	7,69	14,29 ^a	12,96	5 ^a	9,55	NS
Rusticité	21,69	11,43 ^a	10,54	28,57 ^a	16,73	30 ^a	20,08	NS
Rentabilité	91,57	97,14 ^a	5,52	78,57 ^b	15,20	100 ^a	0	NS
Plaisir	8,43	8,57 ^a	9,27	10,71 ^a	11,45	5 ^a	9,55	NS

** p < 0,01 ; NS : non significatif ; IC : intervalle de confiance ; ^{a,b} les pourcentages sur une même ligne suivis de la même lettre ne diffèrent pas au seuil de 5 %
 /// ** p < 0,01 ; NS : not significant ; CI : confidence interval ; ^{a,b} percentages on the same line followed by the same letter do not differ at 5% significance level

d'un groupe à l'autre (tableau I). La proportion d'éleveurs ayant un niveau universitaire a été significativement supérieure dans le groupe 3 (p < 0,001). Les proportions d'éleveurs, d'agriculteurs et de commerçants n'ont pas varié significativement d'un groupe à l'autre. En revanche, les agroéleveurs ont été plus nombreux (p < 0,05) dans le groupe 2 que dans le groupe 1. L'artisanat a été plus (p < 0,05) pratiqué par les éleveurs du groupe 1 que par ceux du groupe 2.

La proportion de fonctionnaires a été significativement plus élevée (p < 0,001) dans le groupe 3 (45 %) que dans les autres groupes.

Le chef du ménage était le plus souvent propriétaire des volailles (91,6 %) (tableau I). Les volailles utilisées pour démarrer l'élevage ont été achetées par la majorité des enquêtés (98,8 %), et leur provenance n'a pas varié significativement d'un groupe à l'autre. La rentabilité a été la principale motivation des enquêtés (91,6 %). Les autres motivations

pour l'élevage de dindons étaient la facilité de l'élevage, sa rusticité et son prestige. Les objectifs de production étaient la viande (91,6 %), les œufs (49,4 %) et la production de dindonneaux (4,8 %). Ces objectifs n'ont pas différé significativement d'un groupe à l'autre. Les produits de l'élevage étaient destinés à la commercialisation (98,9 %) et à la consommation de la famille (18,1 %).

Structure du cheptel

Le nombre moyen de dindons par élevage a été de 22,9 et n'a pas varié significativement d'un groupe à l'autre. Le nombre de mâles par élevage a été de 5,3 dont 2,3 reproducteurs, et de femelles de 7 dont 5 reproductrices. Le nombre moyen de jeunes dindons sevrés a été de 7,8 et celui de dindons non sevrés de 6,5. Le nombre de mâles, de femelles, de dindons sevrés et de jeunes dindons non sevrés n'a pas varié significativement d'un groupe à l'autre (tableau II).

Logement des dindons

La majorité des enquêtés (90,4 %) disposait de logements pour les volailles, les autres les laissaient la nuit autour des maisons habitées et dans les maisons abandonnées. Les logements utilisés étaient des bâtiments bien construits ou traditionnels. Les dindons étaient surtout élevés dans un bâtiment avec parcours (figure 3a) ou un

poulailler (figure 4) dans les systèmes améliorés (groupes 1 et 3), et en logement traditionnel (figure 3b) dans le système traditionnel (groupe 2). La proportion d'éleveurs qui utilisaient les poulaillers a été significativement plus élevée ($p < 0,05$) dans le groupe 1 (62,9 %) que dans les groupes 2 (21,4 %) et 3 (30 %). Les bâtiments avec parcours ont été davantage utilisés ($p < 0,05$) dans le groupe 3 (55 %)



Figure 4 : Dindons dans un poulailler au Sud Bénin /// Turkeys in a chicken house in South Benin

Tableau II : Structure du cheptel de dindons selon le groupe (G) au Sud Bénin /// Turkey flock structure according to the group (G) in South Benin

Variable	Général (n = 83)	G1 (n = 35)		G2 (n = 28)		G3 (n = 20)		Anova
		Moy	ES	Moy	ES	Moy	ES	
Nb. de mâles	5,29	6,20 ^a	1,65	6,00	1,88	2,75 ^a	2,18	NS
Nb. de femelles	6,99	8,71 ^a	1,83	7,15 ^a	2,09	3,75 ^a	2,42	NS
Nb. de mâles reproducteurs	2,29	2,60 ^a	7,08	1,96 ^a	8,06	2,20 ^a	9,37	NS
Nb. de femelles reproductrices	5,01	5,51 ^a	0,33	3,89 ^a	0,37	5,70 ^a	0,44	NS
Nb. de jeunes non sevrés ou sous mère	6,48	9,14 ^a	0,91	2,82 ^a	1,01	6,95 ^a	1,20	NS
Nb. de jeunes sevrés jusqu'à l'entrée en reproduction	7,81	8,97 ^a	3,33	7,89 ^a	3,73	5,65 ^a	4,41	NS
Nb. total d'animaux	22,93	27,20 ^a	3,40	17,56 ^a	3,80	22,75 ^a	4,50	NS

Moy : moyenne ; ES : erreur standard ; NS : non significatif ; ^a les moyennes sur une même ligne suivies d'une lettre ne diffèrent pas au seuil de 5 % /// Moy: mean; ES: standard error; NS: not significant; ^a means on the same line followed by a letter do not differ at 5% significance level



Figure 3 : Logement des dindons au Sud Bénin, a) bâtiment avec parcours, b) traditionnel /// Turkey housing in South Benin, a) building and pen, b) traditional

que dans le groupe 2 (14,3 %). Les logements traditionnels ont été plus utilisés ($p < 0,001$) dans le groupe 2 (64,3 %) que dans les autres groupes. Ils étaient en terre battue, bois, paille et moustiquaire. Les dindons étaient séparés des autres volailles par la majorité (54,8 %) des éleveurs. Les autres espèces présentes dans l'exploitation étaient les poulets, les canards et les pintades.

Identification des volailles

Pour identifier les volailles, les éleveurs utilisaient les bagues, le cri, les caractéristiques visibles, le plumage, l'amputation de doigts et les ficelles aux ailes (tableau III). Les signes utilisés n'ont pas différé significativement d'un groupe à l'autre. Dans l'ensemble, les caractéristiques visibles sur l'animal ont été les plus utilisées (51,8 %), suivies du plumage (26,5 %) et de marquage à la ficelle (14,5 %). Les ficelles

ont été davantage utilisées ($p < 0,05$) dans le groupe 2 (28,6 %) que dans les autres groupes. Il existait des critères permettant de distinguer les dindonneaux mâles des femelles pour la majorité (52,9 %) des éleveurs. Ainsi, pour ces éleveurs les dindonneaux mâles étaient plus gros, avaient un bec plus long, une crête plus développée à une semaine, les pattes et la tête plus grosses et ils déployaient davantage les ailes. En outre, les éleveurs du groupe 3 ont noté un développement plus précoce des ailes chez les dindonneaux mâles que chez les femelles.

Alimentation

Les dindons étaient alimentés avec des aliments complets (proviennent 87,9 %), des céréales et sous-produits agricoles (57,8 %), des résidus de cuisine (50,6 %), et des fourrages (7,2 %) (tableau IV). Les aliments commerciaux étaient significativement ($p < 0,01$) davantage utilisés

Tableau III : Logement et identification des dindons selon le groupe (G) au Sud Bénin /// Housing and identification of turkeys according to the group (G) in South Benin

Variable	Général		G1			G2			G3			Chi ²
	N	%	N	%	IC	N	%	IC	N	%	IC	
Présence de logement												
Oui	83	90,36	35	97,14 ^a	5,52	28	85,71 ^a	12,96	20	85 ^a	15,65	NS
Non	83	9,64		2,86 ^a	5,52	28	14,29 ^a	12,96	20	15 ^a	15,65	NS
Type de logement												
Poulailler	83	40,96	35	62,86 ^a	16,01	28	21,43 ^b	15,20	20	30 ^b	20,08	**
Bâtiment plus parcours	83	32,53	35	34,29 ^{ab}	15,73	28	14,29 ^b	12,96	20	55 ^a	21,80	**
Traditionnel	83	26,51	35	2,86 ^b	5,52	28	64,28 ^a	18,47	20	15 ^b	15,65	***
Logement séparé des autres volailles												
Oui	73	54,79	33	63,64 ^a	16,41	22	40,91 ^a	20,55	18	55,56 ^a	22,96	NS
Non	73	45,21	33	36,36 ^a	16,41	22	59,09 ^a	20,55	18	44,44 ^a	22,96	NS
Espèce présente												
Canard	76	46,05	33	48,48 ^a	17,05	23	30,43 ^a	18,80	20	60 ^a	21,47	NS
Poulet	76	94,74	33	96,97 ^a	5,85	23	91,3 ^a	11,52	20	95 ^a	9,55	NS
Pintade	76	44,74	33	48,48 ^a	17,05	23	39,13 ^a	19,95	20	45 ^a	21,80	NS
Identification des dindons												
Bague individuelle	83	4,82	35	5,71 ^a	7,69	28	3,57 ^a	6,87	20	5 ^a	9,55	NS
Cri	83	9,64	35	14,29 ^a	11,59	28	3,57 ^a	6,87	20	10 ^a	13,15	NS
Caractéristiques visibles	83	51,81	35	45,71 ^a	16,50	28	46,43 ^a	18,47	20	70 ^a	20,08	NS
Plumage	83	26,51	35	34,29 ^a	15,73	28	25 ^a	16,04	20	15 ^a	15,65	NS
Amputation d'un doigt	83	6,02	35	8,57 ^a	9,27	28	7,14 ^a	9,54	20	0 ^a	0	NS
Ficelle aux ailes	83	14,46	35	8,57 ^b	9,27	28	28,57 ^a	16,73	20	5 ^b	9,55	*
Existence de critères distinguant le mâle de la femelle												
Oui	70	52,86	31	61,29 ^a	17,15	25	52 ^a	19,58	14	35,71 ^a	25,10	NS
Non	70	47,14	31	38,71 ^a	17,15	25	48 ^a	19,58	14	64,29 ^a	25,10	NS
Critères distinguant le mâle												
Bec plus long	36	5,56	18	5,56 ^a	10,59	13	0 ^a	0	5	20 ^a	35,06	NS
Crête plus développée	36	19,44	18	27,78 ^a	20,69	13	7,69 ^a	14,48	5	20 ^a	35,06	NS
Pattes plus grosses	36	16,67	18	22,22 ^a	19,21	13	15,38 ^a	19,61	5	0 ^a	0	NS
Plumes des ailes plus développées	36	2,78	18	0 ^b	0	13	0 ^b	0	5	20 ^a	35,06 ^a	*
Tête plus grosse	36	30,56	18	27,78 ^a	20,69	13	38,46 ^a	26,45	5	20 ^a	35,06	NS
Déploiement des ailes	36	13,89	18	22,22 ^a	19,21	13	0 ^a	0	5	20 ^a	35,06	NS
Plus gros	36	44,44	18	27,78 ^a	20,69	13	61,54 ^a	26,45	5	60 ^a	42,94	NS

IC : intervalle de confiance ; NS : non significatif ; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$; ^{a,b} les pourcentages sur une même ligne suivis de la même lettre ne diffèrent pas au seuil de 5 % /// IC : confidence interval ; NS: not significant ; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$; ^{a,b} percentages on the same line followed by the same letter do not differ at 5% significance level

dans les élevages améliorés que dans les élevages traditionnels avec respectivement 97,1 %, 95 % et 71,4 % dans les groupes 1, 3 et 2. Les céréales et sous-produits agricoles étaient utilisés par la majorité des éleveurs des groupes 1 (54,3 %) et 2 (71,4 %) puis les résidus de cuisine par la majorité des éleveurs du groupe 2 (60,7 %). Les céréales utilisées dans l'alimentation des dindons étaient le maïs et le sorgho, et les sous-produits agricoles étaient le son de maïs, le son de riz, les tourteaux de palmiste et le son de soja (figure 5). Les fourrages n'étaient pas utilisés par les éleveurs du groupe 3. Ces fourrages utilisés par certains éleveurs des groupes 1 et 2 étaient les feuilles de patate, les feuilles de moringa, *Tridax procumbens* et les feuilles de manioc. L'aliment était donné deux fois par jour (matin et soir) ; sa quantité était estimée par l'éleveur. Certains éleveurs donnaient 100 à 150 g de provende par dindon par ration dans les systèmes améliorés.

Conduite de la reproduction

La conduite de la reproduction a très peu varié d'un type d'élevage à l'autre. L'accouplement des animaux a concerné la moitié des élevages. Tous les éleveurs pratiquaient l'incubation naturelle (tableau V). Certains éleveurs (11,4 %) du groupe 1 pratiquaient l'incubation artificielle. La dinde couvait les œufs dans la majorité (93,2 %) des élevages ; la poule était parfois utilisée pour les couvrir (23 %). Les pratiques de contrôle de l'accouplement et de la couvaïson n'ont pas différé significativement d'un groupe à l'autre. La reproduction n'était pas saisonnière dans la majorité des élevages. Le nombre d'œufs moyen pondus par période de ponte a été de 12 (tableau VI). Après incubation de 28 à 30 jours, le nombre d'œufs moyen éclos a été de 9,3. Le nombre d'œufs pondus et d'œufs éclos n'a pas varié d'un groupe à l'autre. Le nombre de pontes par an a varié de 3 à 4. Le taux général d'éclosion a été de 79,3 % et n'a pas varié significativement d'un groupe à l'autre.

Les éleveurs disposaient de critères pour le choix des reproducteurs mâles et femelles, qui n'ont pas varié d'un groupe à l'autre (tableau V). La grande taille a été le critère le plus utilisé (63,3 %) pour le choix des mâles. Après la taille venaient l'aptitude à la monte, ensuite l'état des plumes et de santé. Les critères utilisés pour le choix des femelles étaient l'aptitude à la ponte, à la couvaïson et maternelle, l'état de santé, et l'aplomb. La proportion d'éleveurs qui utilisaient ces critères n'a pas varié significativement d'un groupe à l'autre, à l'exception de l'aptitude à la couvaïson car les éleveurs du groupe 2 (53,8 %) choisissaient davantage ($p < 0,05$) les femelles issues d'une mère qui couvait bien les œufs que les éleveurs des autres groupes. L'état de santé était un critère utilisé uniquement dans le groupe 3. Les éleveurs évitaient lors du choix des reproducteurs les femelles issues des mauvaises mères, les animaux de même âge (le mâle devait être plus âgé que la femelle) et les femelles qui ne se laissaient pas monter par le mâle (tableau V). L'âge d'entrée en reproduction des femelles et des mâles choisis n'a pas varié significativement d'un groupe à l'autre (tableau VI). Il était de 7,1 à 8,2 mois pour les mâles et de 6,8 à 8,4



Figure 5 : Exemples d'aliments des dindons au Sud Bénin, A) Son de soja, B) Tourteaux de palmiste, C) Son du riz ; D) Son du maïs /// Turkey-feed examples in South Benin, A) Soybean bran, B) Palm kernel cake, C) Rice bran, D) Maize bran

mois pour les femelles. Ces reproducteurs étaient réformés après 21,3 mois en moyenne d'utilisation dans l'ensemble des élevages.

Difficultés rencontrées et suivis sanitaires

Les difficultés auxquelles étaient confrontés les éleveurs étaient les maladies, les mortalités élevées, les vols, le manque de marchés d'écoulement et le coût élevé des charges de l'élevage. Ces difficultés n'ont pas différé d'un groupe à l'autre. Les difficultés les plus rapportées par les éleveurs des trois groupes ont été les maladies et les mortalités (tableau VII). Les causes de morbidité des dindons ont été le manque d'hygiène, une alimentation inappropriée, la pluie, le vent et la fraîcheur et n'ont pas varié significativement d'un groupe à un autre. La morbidité des volailles entraînait parfois leur mort. Les prédateurs qui tuaient les dindons dans les élevages étaient les serpents et les musaraignes. Les jeunes dindonneaux mouraient plus souvent entre l'éclosion et le sevrage dans la majorité des élevages, venait ensuite la période qui séparait le sevrage et l'entrée en ponte de la jeune dinde. Des mortalités élevées ont été signalées après la première ponte par certains éleveurs du groupe 1 (4,3 %). Le taux de mortalité global au sevrage a été de 14 % et n'a pas varié significativement d'un groupe à l'autre (tableau VI).

Les principales causes de mortalités des jeunes dindonneaux non sevrés étaient les maladies (63,5 %), les prédateurs (59,6 %) et les accidents (51,9 %), avec des différences significatives ($p < 0,05$) dans le groupe 3 par rapport aux deux autres concernant les accidents, et dans le groupe 1 par rapport aux deux autres concernant la

Tableau IV : Type d'aliments utilisés dans les élevages de dindons selon le groupe (G) au Sud Bénin /// Type of feed used in turkey farms according to the group (G) in South Benin

Variable	Général (n = 83)	G1 (n = 35)		G2 (n = 28)		G3 (n = 20)		Chi ²
		%	IC	%	IC	%	IC	
Céréales et sous-produits agricoles	57,83	54,29 ^a	16,50	71,43 ^a	16,73	45 ^a	21,80	NS
Aliment complet (provende)	87,95	97,14 ^a	5,52	71,43 ^b	16,73	95 ^a	9,55	**
Résidus de cuisine	50,60	48,57 ^a	16,56	60,71 ^a	18,09	40 ^a	21,47	NS
Fourrage	7,23	5,71 ^a	7,69	14,29 ^a	12,96	0 ^a	0	NS

IC : intervalle de confiance ; NS : non significatif ; ** $p < 0,01$; ^a les pourcentages sur une même ligne suivis d'une lettre ne diffèrent pas au seuil de 5 % /// IC: confidence interval; NS: not significant; ** $p < 0,01$; ^a percentages on the same line followed by a letter do not differ at 5% significance level

prédation ($p < 0,01$) (tableau VII). La fraîcheur et les pluies ont été les causes les moins rapportées dans tous les groupes. Les causes de mortalités rapportées par la majorité des enquêtés pour les dindons entre le sevrage et l'entrée en ponte de la dinde étaient les prédateurs (74,3 %) et les maladies (68,6 %), avec des différences significatives ($p < 0,05$) concernant la prédation entre les groupes 1 et 2 par rapport au groupe 3. La fraîcheur et les pluies ont été les causes les moins rapportées dans tous les groupes, avec des proportions inférieures à celles rapportées pour les dindonneaux non sevrés. Les causes de mortalités rapportées par la majorité des éleveurs pour les dindons adultes (à partir des premières pontes) étaient les prédateurs (79,5 %), avec des différences significatives ($p < 0,01$) entre les groupes 1 et 2 par rapport au groupe 3 (tableau VII).

Les pathologies enregistrées par les éleveurs étaient la peste aviaire (Newcastle), la variole, les maladies respiratoires, la coccidiose, la gale, la maladie de Gumboro et la bronchite (tableau VII). La variole a été la seule rapportée par la majorité des éleveurs (67,2 %). Après la variole venaient la peste aviaire (29,7 %) et la gale (15,6 %). La proportion d'éleveurs ayant déjà été confrontés à la peste aviaire dans le groupe 1 (44,8 %) a été significativement supérieure ($p < 0,05$) à celle du groupe 2 (13,6 %). Les maladies respiratoires n'ont pas été mentionnées dans le groupe 1, ni Gumboro ni la bronchite dans le groupe 2. Les pathologies rencontrées ont surtout été traitées avec la médecine moderne (85,1 %) du fait de son efficacité. La proportion d'éleveurs qui utilisaient les produits vétérinaires pour traiter les dindons dans les élevages améliorés (93,3 % dans le groupe 1 et 94,7 %

Tableau V : Choix des reproducteurs dans les élevages de dindons selon le groupe (G) au Sud Bénin /// *Choice of breeders in turkey farms according to the group (G) in South Benin*

Variable	Général		G1			G2			G3			Chi ²
	N	%	N	%	IC	N	%	IC	N	%	IC	
Contrôle de l'accouplement												
Oui	78	50	32	46,88 ^a	17,29	32	46,15 ^a	17,27	20	60 ^a	21,47	NS
Non	78	50	32	53,13 ^a	17,29	32	53,85 ^a	17,27	20	40 ^a	21,47	NS
Type d'incubation												
Artificielle	83	4,82	35	11,43 ^a	10,54	28	0 ^a	0	20	0 ^a	0	NS
Naturelle	83	100	35	100 ^a	0	28	100 ^a	0	20	100 ^a	0	NS
Oiseau incubateur												
Sous la dinde	74	93,24	30	93,33 ^a	8,93	24	91,67 ^a	11,06	20	95 ^a	9,55	NS
Sous la poule	74	22,97	30	23,33 ^a	15,13	24	33,33 ^a	18,86	20	10 ^a	13,15	NS
Reproduction saisonnière												
Oui	63	9,52	30	3,33 ^a	6,42	20	10 ^a	13,15	13	23,08 ^a	22,90	NS
Non	63	90,48	30	96,67 ^a	6,42	20	90 ^a	13,15	13	76,92 ^a	22,90	NS
Critères de choix des reproducteurs mâles												
Apte à la monte	49	38,78	24	41,67 ^a	19,72	16	43,75 ^a	24,31	9	22,22 ^a	27,16	NS
Grande taille / développé	49	63,27	24	75 ^a	17,32	16	50 ^a	24,50	9	55,56 ^a	32,46	NS
Etat des plumes, état de santé	49	20,41	24	12,5 ^a	13,23	16	31,25 ^a	22,71	9	33,33 ^a	30,80	NS
Mâle plus âgé que la femelle	49	2,04	24	0 ^a	0	16	6,25 ^a	11,86	9	0 ^a	0	NS
Critères de choix des reproductrices												
Bonne pondeuse	39	25,64	17	29,41 ^a	21,66	13	7,69 ^a	14,48	9	44,44 ^a	32,46	NS
Bonne couveuse	39	28,21	17	17,65 ^b	18,12	13	53,85 ^a	27,10	9	11,11 ^b	20,53	*
Bonne mère	39	15,38	17	17,65 ^a	18,12	13	7,69 ^a	14,48	9	22,22 ^a	27,16	NS
Aplomb	39	28,21	17	23,53 ^a	20,16	13	30,77 ^a	25,09	9	33,33 ^a	30,80	NS
Bonne santé	39	5,13	17	0 ^b	0	13	0 ^b	0	9	22,22 ^a	27,16	*
Accepte le mâle	39	15,38	17	29,41 ^a	21,66	13	7,69 ^a	14,48	9	0 ^a	0	NS
Critères évités lors du choix des reproducteurs												
Mauvais reproducteur	29	6,90	14	14,29 ^a	18,33	8	0 ^a	0	7	0 ^a	0	NS
Reproducteur maigre	29	10,34	14	7,14 ^a	13,49	8	0 ^a	0	7	28,57 ^a	33,47	NS
Mauvaise mère	29	6,90	14	7,14 ^a	13,49	8	0 ^a	0	7	14,29 ^a	25,93	NS
Reproducteurs de même âge	29	6,90	14	0 ^a	0	8	12,5 ^a	22,92	7	14,29 ^a	25,93	NS
Agressif	29	17,24	14	28,57 ^a	23,66	8	0 ^a	0	7	14,29 ^a	25,93	NS
Femelle ne se laisse pas monter	29	10,34	14	7,14 ^a	13,49	8	25 ^a	30,01	7	0 ^a	0	NS
Malformation	29	6,90	14	7,14	13,49	8	12,5 ^a	22,92	7	0 ^a	0	NS
Autres	29	24,14	14	23,08 ^a	22,90	8	50 ^a	34,65	7	0 ^a	0	NS

IC : intervalle de confiance ; NS : non significatif ; * $p < 0,05$; ^{a,b} les pourcentages sur une même ligne suivis d'une lettre ne diffèrent pas au seuil de 5 % /// IC : confidence interval; NS: not significant; * $p < 0.05$; ^{a,b} percentages on the same line followed by a letter do not differ at 5% significance level

dans le groupe 3) a été significativement supérieure ($p < 0,05$) à celle de l'élevage traditionnel (groupe 2) (68 %). Une minorité (39,2 %) d'éleveurs utilisaient néanmoins la médecine traditionnelle du fait de son efficacité, de son coût bas, mais aussi pour éviter les résistances aux antibiotiques dans l'élevage de type traditionnel (groupe 2).

Commercialisation des produits d'élevage

Les dindes et dindons étaient vendus à la période des fêtes de fin d'année (82,1 %), quand ils avaient atteint une bonne taille (49,1 %), lorsque la ponte s'arrêtait (45,6 %), pendant la rentrée scolaire (22,8 %), en cas de soins à un membre de la famille (17,5 %), à n'importe quelle période (10,5 %) ou en cas de deuil (7 %). Ces occasions et périodes de vente n'ont pas différé d'un groupe à l'autre (tableau VIII).

Le prix moyen de vente d'un mâle destiné à l'abattage a été de 25 421 FCFA (tableau IX) et celui des dindonneaux de 4330 FCFA. Le prix de vente d'une femelle adulte destinée à l'abattage a été significativement plus élevé ($p < 0,01$) dans le groupe 3 (18 187 FCFA) que dans les groupes 1 (13 003 FCFA) et 2 (14 863 FCFA). Les reproducteurs ont coûté plus cher que les dindons d'abattage. Comme les dindons destinés à l'abattage, leur prix (27 318 FCFA pour un reproducteur et 16 458 FCFA pour une reproductrice) n'a pas varié d'un groupe à l'autre. Le prix de vente moyen d'un œuf était de 946 FCFA et n'a pas varié d'un groupe à l'autre. La majorité des éleveurs (81 %) se référait au prix pratiqué dans les marchés pour la vente des dindons et des œufs. Les autres faisaient payer selon la taille de l'animal ou à la tête du client.

DISCUSSION

Profils des éleveurs

Le groupe 1 correspondait à l'élevage avicole de type amélioré en claustration décrit par Dang et al. (2009) au Vietnam, le groupe 2 à l'élevage traditionnel décrit par Ebwa et al. (2019) en République Démocratique du Congo (RDC), et le groupe 3 à l'élevage amélioré avec parcours rapporté par Dang et al. (2009). Le niveau de scolarité dénotait les activités des éleveurs dans chaque type d'élevage ; dans le groupe 2 il y avait davantage d'agroéleveurs n'ayant pas été scolarisés ; le groupe 3, avec un système amélioré dominé par des éleveurs ayant été scolarisés, comportait davantage de fonctionnaires. La non-scolarisation des éleveurs du groupe 2 était un obstacle au contrôle des performances dans l'élevage. Dans le groupe 1, les éleveurs pratiquaient l'élevage en claustration parce que, ayant le niveau

du secondaire, ils connaissaient les avantages liés à ce système. De plus, les éleveurs du groupe 1 pratiquaient l'artisanat et disposaient de très peu de temps pour la recherche des animaux en divagation.

L'implication majoritaire des hommes par rapport aux femmes dans l'élevage de dindons a aussi été rapportée au Cameroun (Ngu et al., 2014), contrairement aux résultats de Bakoji et al. (2012) montrant l'implication d'une majorité de femmes dans ce type d'élevage dans l'Etat de Bauchi au Nigeria. Plusieurs raisons peuvent expliquer la faible implication des femmes dans l'élevage de dindons au Bénin, notamment le manque de moyens et de marché d'écoulement. En effet, la viande de dindon coûte très cher, ce qui limite sa consommation par la population alors que les femmes sont souvent plus actives dans le commerce des produits qui s'écoulent facilement. Le principal objectif des éleveurs est la production de viande pour la consommation dans tous les types d'élevage décrits, comme cela a été constaté par Ngu et al. (2014) au Nigeria. L'autoconsommation rapportée chez la minorité des enquêtés dans notre étude a été également rapportée par Ngu et al. (2014).

Logement des dindons

Le type de logement a varié d'un groupe à l'autre et était lié au niveau d'étude, au système d'élevage et à la localisation des éleveurs. Les éleveurs des groupes 1 et 3 avaient en majorité au moins le niveau du secondaire et vivaient dans les zones périurbaines de l'Atlantique et de l'Ouémé. Ils comprenaient davantage l'importance des logements et ne disposaient pas souvent d'assez d'espace pour pratiquer l'élevage en plein air (Adebo, 2018). En revanche, la majorité des éleveurs du groupe 2 n'avait pas été scolarisée et disposait de ce fait de moins de technicité pour conduire leur élevage.

Les logements traditionnels étaient construits avec des matériaux précaires comme la paille et la terre battue et ne permettaient pas aux éleveurs du système traditionnel (groupe 2) de séparer les dindons des autres espèces avicoles (poulets, canards et pintades), contrairement à la majorité des éleveurs pratiquant un élevage amélioré dans des bâtiments bien construits (groupes 1 et 3). L'élevage de plusieurs espèces de volailles dans un même logement pratiqué dans le groupe 2 pose un problème de biosécurité, car certaines espèces peuvent héberger des agents pathogènes pour d'autres espèces (Boko et al., 2012 ; Ayssiwede et al., 2013) ; ces éleveurs devraient améliorer le logement des dindons pour les séparer des autres espèces. La disponibilité des logements dans la majorité des élevages de tous les groupes était liée à l'importance économique des volailles. En effet, les dindons coûtent très cher et la mort

Tableau VI : Paramètres de reproduction des dindons selon le groupe (G) au Sud Bénin /// *Breeding parameters of turkeys according to the group (G) in South Benin*

Variable	Général		G1			G2			G3			Anova
	N	Moy	N	Moy	ES	N	Moy	ES	N	Moy	ES	
Age mise à la reproduction des mâles (mois)	59	7,52	25	7,58 ^a	0,46	23	7,15 ^a	0,48	11	8,18 ^a	0,69	NS
Age mise à la reproduction des femelles (mois)	58	7,15	25	6,88 ^a	0,44	22	6,84 ^a	0,47	11	8,36 ^a	0,67	NS
Nb. d'œufs pondus par dinde	70	11,96	31	12,74 ^a	0,52	22	11,55 ^a	0,61	17	11,06 ^a	0,70	NS
Nb. d'œufs éclos	69	9,33	30	9,40 ^a	0,58	22	8,73 ^a	0,67	17	10,00 ^a	0,77	NS
Taux d'éclosion (%)	69	79,31	30	76,22 ^a	15,23	22	75,59 ^a	17,9	17	90,42 ^a	13,9	NS
Nb. de séries de pontes par an	53	3,58	25	3,76 ^a	0,32	20	3,60 ^a	0,35	8	3,00 ^a	0,56	NS
Nb. de dindonneaux nés vivants	57	7,16	28	7,79 ^a	0,73	18	4,83 ^b	0,91	11	9,36 ^a	1,16	*
Nb. de dindonneaux sevrés	57	6,16	28	6,50 ^a	0,75	18	4,22 ^b	0,93	11	8,45 ^a	1,19	*
Nb. de dindonneaux morts	57	1	28	1,29 ^a	0,25	18	0,61 ^a	0,31	11	0,91 ^a	0,40	NS
Taux de mortalités (%)	57	13,97	28	16,51 ^a	13,75	18	12,64 ^a	15,35	11	9,71 ^a	17,5	NS
Age réforme des reproducteurs (mois)	48	21,29	24	19,83 ^a	1,92	18	23,00 ^a	2,21	6	22,00 ^a	3,83	NS

Moy : moyenne ; NS : non significatif ; * $p < 0,05$; ^{a,b} les moyennes sur une même ligne suivies de la même lettre ne diffèrent pas au seuil de 5 % /// *Moy: mean; NS: not significant; * $p < 0.05$; ^{a,b} means on the same line followed by the same letter do not differ at 5% significance level*

Tableau VII : Morbidités, mortalités des dindons et pathologies rencontrées selon le groupe (G) au Sud Bénin /// Morbidity, mortality of turkeys and diseases encountered according to the group (G) in South Benin

Variable	Général		G1			G2			G3			Chi ²
	N	%	N	%	IC	N	%	IC	N	%	IC	
Période de mortalités élevées												
Avant sevrage	48	72,92	23	82,61 ^a	15,49	17	58,82 ^a	23,40	8	75 ^a	30,01	NS
Entre sevrage et âge en ponte	48	47,92	23	52,17 ^a	20,42	17	52,94 ^a	23,73	8	25 ^a	30,01	NS
Entrée en ponte	48	2,08	23	4,35 ^a	8,34	17	0 ^a	0	8	0 ^a	0	NS
Cause mortalités avant le sevrage												
Accident	52	51,92	25	52 ^a	19,58	17	70,59 ^a	21,66	10	20 ^b	24,79	*
Prédateur	52	59,62	25	84 ^a	14,37	17	47,06 ^b	23,73	10	20 ^b	24,79	**
Maladie	52	63,46	25	68 ^a	18,29	17	58,82 ^a	23,40	10	60 ^a	30,36	NS
Fraîcheur et pluie	52	21,15	25	28 ^a	17,08	17	11,76 ^a	15,31	10	30 ^a	28,40	NS
Cause mortalités entre sevrage et âge en ponte												
Accident	35	34,29	18	44,44 ^a	22,96	11	36,36 ^a	28,43	6	0 ^a	0	NS
Prédateur	35	74,29	18	83,33 ^a	17,22	11	81,82 ^a	22,79	6	33,33 ^b	37,72	*
Maladie	35	68,57	18	77,78 ^a	19,21	11	63,64 ^a	28,43	6	50 ^a	40,01	NS
Fraîcheur et pluie	35	14,29	18	22,22 ^a	19,21	11	09,09 ^a	16,99	6	0 ^a	0	NS
Cause mortalités à partir de la première ponte												
Accident	39	41,03	20	55 ^a	21,80	13	30,77 ^a	25,09	6	16,67 ^a	29,82	NS
Prédateur	39	79,49	20	85 ^a	15,65	13	92,31 ^a	14,48	6	33,33 ^b	37,72	**
Maladie	39	43,59	20	45 ^a	21,80	13	38,46 ^a	26,45	6	50 ^a	40,01	NS
Fraîcheur et pluie	39	7,69	20	10 ^a	13,15	13	07,69 ^a	14,48	6	0 ^a	0	NS
Période de morbidité élevée												
Avant sevrage	48	64,58	25	80 ^a	15,68	17	52,94 ^{ab}	23,73	6	33,33 ^b	37,72	*
Entre sevrage et âge en ponte	48	62,50	25	64 ^a	18,82	17	58,82 ^a	23,40	6	66,67 ^a	37,72	NS
Entrée en ponte	48	4,17	25	8 ^a	10,63	17	0 ^a	0	6	0 ^a	0	NS
Cause de morbidité												
Manque d'hygiène	33	36,36	14	21,43 ^a	21,49	13	53,85 ^a	27,10	6	33,33 ^a	37,72	NS
Maladies	33	9,09	14	7,14 ^a	13,49	13	15,38 ^a	19,61	6	0 ^a	0	NS
Aliments	33	18,18	14	21,43 ^a	21,49	13	7,69 ^a	14,48	6	33,33 ^a	37,72	NS
Pluie	33	36,36	14	42,86 ^a	25,92	13	23,08 ^a	22,90	6	50 ^a	40,01	NS
Vent et fraîcheur	33	27,27	14	21,43 ^a	21,49	13	46,15 ^a	27,10	6	0 ^a	0	NS
Difficulté rencontrée												
Maladie et mortalités élevées	62	59,68	28	60,71 ^a	18,09	22	68,18 ^a	19,46	12	41,67 ^a	27,89	NS
Vol	62	27,42	28	35,71 ^a	17,75	22	22,73 ^a	17,51	12	16,67 ^a	21,09	NS
Manque de marché d'écoulement	62	17,74	28	25 ^a	16,04	22	9,09 ^a	12,01	12	16,67 ^a	21,09	NS
Elevage onéreux	62	19,35	28	10,71 ^a	11,45	22	22,73 ^a	17,51	12	33,33 ^a	26,67	NS
Maladie rencontrée												
Peste aviaire	64	29,69	29	44,83 ^a	18,10	22	13,64 ^b	14,34	13	23,08 ^{ab}	22,90	*
Variole	64	67,19	29	58,62 ^a	17,93	22	86,36 ^a	14,34	13	53,85 ^a	27,10	NS
Maladie respiratoire	64	3,13	29	0 ^a	0	22	4,55 ^a	8,71	13	7,69 ^a	14,48	NS
Coccidiose	64	9,38	29	6,9 ^a	9,22	22	9,09 ^a	12,01	13	15,38 ^a	19,61	NS
Gale	64	15,63	29	17,24 ^a	13,75	22	18,18 ^a	16,12	13	7,69 ^a	14,48	NS
Gumboro, bronchite	64	4,69	29	6,9 ^a	9,22	22	0 ^a	0	13	7,69 ^a	14,48	NS
Mode de traitement												
Traditionnel	74	39,19	30	33,33	16,87	25	48	19,58	19	36,84	21,69	NS
Moderne	74	85,14	30	93,33 ^a	8,93	25	68 ^b	18,29	19	94,74 ^a	10,04	*
Raison d'application du traitement traditionnel												
Efficacité	18	66,67	8	62,5 ^a	33,55	10	70 ^a	28,40	–	–	–	NS
Moins coûteux	18	27,78	8	37,5 ^a	30,01	10	20 ^a	19,48	–	–	–	NS
Pour éviter les résistances	18	5,56	8	0 ^a	0	10	10 ^a	18,59	–	–	–	NS
Raison d'application du traitement moderne												
Efficacité	30	100	16	100 ^a	0,00	12	100 ^a	0	2	100 ^a	0	NS

IC : intervalle de confiance ; NS : non significatif ; * p < 0,05 ; ** p < 0,01 ; ^{a,b} les pourcentages sur une même ligne suivis de la même lettre ne diffèrent pas au seuil de 5 %
 /// IC : confidence interval ; NS : not significant ; * p < 0.05 ; ** p < 0.01 ; ^{a,b} percentages on the same line followed by the same letter do not differ at 5% significance level

Tableau VIII : Période de vente des dindons adultes selon le groupe (G) au Sud Bénin /// *Selling period of adult turkeys according to the group (G) in South Benin*

Variable	Général		G1			G2			G3			Chi ²
	N	%	N	%	IC	N	%	IC	N	%	IC	
Période de vente												
En âge de vente	57	49,12	28	53,57 ^a	18,47	20	35 ^a	20,90	9	66,67 ^a	30,80	NS
Rentrée scolaire	57	22,81	28	25 ^a	16,04	20	15 ^a	15,65	9	33,33 ^a	30,80	NS
Soin familial	57	17,54	28	14,29 ^a	12,96	20	20 ^a	17,53	9	22,22 ^a	27,16	NS
Deuil	57	7,02	28	7,14 ^a	9,54	20	10 ^a	13,15	9	0 ^a	0	NS
Arrêt de ponte	57	45,61	28	42,86 ^a	18,33	20	50 ^a	21,91	9	44,44 ^a	32,46	NS
Fête de fin d'année	57	80,07	28	82,14 ^a	14,19	20	80 ^a	17,53	9	77,78 ^a	27,16	NS
Tout moment	57	10,53	28	10,71 ^a	11,45	20	15 ^a	15,65	9	0 ^a	0	NS
Définition du prix de vente												
Prix au marché	68	80,88	32	81,25 ^a	13,52	22	86,36 ^a	14,34	14	71,43 ^a	23,66	NS
Poids/taille du dindon	68	4,41	32	0 ^a	0	22	9,09 ^a	12,01	14	07,14 ^a	13,49	NS
A la tête du client	68	35,29	32	34,38 ^a	16,46	22	45,45 ^a	20,81	14	21,43 ^a	21,49	NS

IC : intervalle de confiance ; NS : non significatif ; ^a les pourcentages sur une même ligne suivis d'une lettre ne diffèrent pas au seuil de 5 % /// *IC: confidence interval; NS: not significant; ^a percentages on the same line followed by a letter do not differ at 5% significance level*

Tableau IX : Prix de vente (FCFA) des dindons et des œufs selon le groupe (G) au Sud Bénin /// *Selling price (CFA francs) of turkeys and eggs according to the group (G) in South Benin*

Variable	Général		G1			G2			G3			Anova
	N	%	N	Moyenne	ES	N	Moyenne	ES	N	Moyenne	ES	
Dindonneau	56	4 330,36	28	4 864,29 ^a	391,58	14	4 107,14 ^a	553,78	14	3 485,71 ^a	553,78	NS
Mâle adulte	70	25 421,43	32	24 312,50 ^a	1 092,99	22	26 113,64 ^a	1 318,20	16	26 687,50 ^a	1 545,72	NS
Femelle adulte	70	14 772,86	32	13 003,13 ^b	890,99	22	14 863,64 ^b	1 074,57	16	18 187,5 ^a	1 260,05	**
Œuf	41	946,34	15	873,3 ^a	62,09	16	10 18,75 ^a	60,12	10	940,00 ^a	76,05	NS
Reproducteur	22	27 318,18	11	27 090,9 ^a	2 338,66	7	28 285,71 ^a	2 931,66	4	26 250,0 ^a	3 878,22	NS
Reproductrice	24	16 458,33	12	16 750,0 ^a	1 371,92	7	15 857,14 ^a	1 796,27	5	16 600,0 ^a	2 125,37	NS

ES : erreur standard ; NS : non significatif ; ** $p < 0,01$; ^{a,b} les moyennes sur une même ligne suivies de la même lettre ne diffèrent pas au seuil de 5 % /// *ES: standard error; NS: not significant; ** $p < 0.01$; ^{a,b} means on the same line followed by the same letter do not differ at 5% significance level*

d'un dindon entraîne une perte élevée pour l'éleveur, contrairement aux poulets, pintades et canards locaux élevés la plupart du temps en plein air ou en divagation (Boko et al., 2012 ; Ayssiwede et al., 2013 ; Houessionon et al., 2020). Les logements protégeaient les volailles contre les intempéries et permettaient à l'éleveur de mieux suivre son élevage.

Alimentation

Les provendes étaient davantage utilisées dans les groupes 1 et 3, où les éleveurs utilisaient surtout les céréales et les sous-produits de récoltes ; ceci était lié à l'accessibilité de ces ressources. Les éleveurs des groupes 1 et 3 étaient surtout des fonctionnaires, des éleveurs et des artisans et, de ce fait, avaient moins accès aux céréales et sous-produits de récolte que les éleveurs du groupe 2 qui étaient des agriculteurs. L'usage de céréales, de sous-produits de récolte et de cuisine comme dans le groupe 2 a été rapporté en aviculture traditionnelle au Bénin (Houessionon et al., 2020) et en RDC (Ebwa et al., 2019). De même, l'utilisation d'aliment commercial a déjà été rapportée en élevage avicole amélioré au Vietnam (Dang et al., 2009). Certains éleveurs des groupes 1 et 2 utilisaient les fourrages dans l'alimentation des dindons. Ils devaient les traiter avant de les utiliser pour éviter l'introduction de pathologies dans l'élevage. Les différentes ressources alimentaires rapportées dans cette étude sont également utilisées dans l'alimentation des dindons au Nigeria (Ngu et al., 2014).

Conduite de la reproduction

La conduite de la reproduction était la même dans les trois types d'élevage car l'élevage de dindons a été souvent oublié dans les programmes d'amélioration, au même titre que l'élevage de canards (Houessionon et al., 2020), comparativement aux autres espèces de volaille comme la poule. L'incubation naturelle des œufs par la dinde observée dans cette étude est le mode de reproduction le plus répandu en aviculture au Bénin (Ayssiwede et al., 2013 ; Houessionon et al., 2020). Toutefois, l'incubation artificielle est utilisée dans certains élevages avicoles améliorés au Bénin (FAOSTAT, 2015). Si les éleveurs de dindons avaient bénéficié de formation sur l'amélioration de leur technique de production, cette technique de couvaie aurait pu être rapportée chez la plupart des éleveurs des systèmes améliorés. L'utilisation d'incubateurs artificiels améliorerait la productivité dans ces élevages car le nombre d'œufs éclos par incubation naturelle est souvent très faible en raison de la variation des paramètres environnementaux, comme la température, l'humidité et la mort de l'oiseau, qui peut entraîner l'arrêt du processus d'incubation.

Le taux d'incubation dans notre échantillon est apparu satisfaisant ; il était lié aux critères de choix des reproducteurs car les éleveurs choisissaient pour la reproduction les bonnes pondeuses et les bonnes couveuses. Le nombre moyen d'œufs pondus par an (12) relevé dans notre

étude a été un peu inférieur à ceux de 12 à 15 œufs rapportés dans les élevages de basse-cour au Mexique (López-Zavala et al., 2008). Pour l'améliorer, certains éleveurs ont opté pour l'incubation artificielle dans les élevages améliorés (groupe 1) ou sous la poule dans les élevages traditionnels (groupe 2), car l'absence d'œufs dans les pondoirs de la dinde inhibe le comportement de couvain et maintient la ponte (Leborgne et al., 2013 ; Amao et al., 2016). Contrairement à notre étude cette pratique est courante dans les élevages améliorés de dindons au Nigeria et permet d'augmenter le nombre moyen d'œufs pondus par an de 61 à 88 (Amao et al., 2016). Ce nombre d'œufs était inférieur à ceux enregistrés chez les dindes exotiques (100 à 150 œufs) en supprimant le comportement de couvain (Leborgne et al., 2013). Le nombre de pontes par an a varié de 3 à 4 par dinde. Il varie de 2 à 3 au Nigeria (Ngu et al., 2014). L'écart entre nos valeurs et celles de ces auteurs peut se justifier par l'absence d'enregistrement des données dans les élevages.

Les critères de choix des reproducteurs ont très peu varié d'un type d'élevage à l'autre, en raison du manque d'un répertoire de critères de choix. Les critères de choix dans les élevages améliorés (groupes 1 et 3) auraient pu être différents de ceux des élevages traditionnels si un tel répertoire avait existé car les éleveurs de ces systèmes étaient plus instruits que ceux du système traditionnel. Dans l'ensemble, la taille était le critère le plus utilisé pour le choix des mâles dans les trois groupes. En revanche, au Nigeria, les éleveurs de dindons se basent sur le poids des volailles dans la majorité des élevages (Amao et al., 2014). L'absence d'enregistrement des performances justifiait l'usage de la taille au lieu du poids par les éleveurs. Après la taille venait l'aptitude à la monte, surtout dans les groupes 1 et 2. Les éleveurs de ces groupes utilisaient ce critère parce qu'ils assistaient moins les dindons lors des accouplements que les éleveurs du groupe 3. L'assistance apportée en majorité par ces éleveurs consistait à maintenir la dinde pour que l'accouplement se passe correctement. En effet, compte tenu du poids du mâle, lors de la monte la femelle fait trop de mouvements entraînant parfois des éjaculations hors des voies génitales. Pour éviter ces difficultés liées à l'accouplement, l'insémination artificielle pourrait être introduite dans les élevages de dindes au Bénin. En absence de cette technologie, les éleveurs améliorent pour l'instant la probabilité de réussite de l'accouplement par le choix des reproducteurs. Ainsi, la femelle choisie pour la reproduction doit accepter facilement le mâle, avoir un bon aplomb et un poids inférieur à celui du mâle. La prise en compte de l'état des plumes et de l'état de santé lors du choix des reproducteurs est due à la présence d'ectoparasites surtout d'insectes qui affectent les plumes des dindons dans les élevages (Salifou et al., 2008).

Difficultés rencontrées et suivis sanitaires

Les principales difficultés rencontrées par les éleveurs dans tous les groupes étaient les maladies et les mortalités. La proportion d'éleveurs rapportant ces difficultés dans les élevages traditionnels (groupe 2) était plus importante sans différences significatives, que dans les deux autres. Les insuffisances du système traditionnel sur le plan alimentaire et du logement exposaient les volailles aux problèmes de santé et aux intempéries. La morbidité des dindons a diminué avec l'âge, montrant la mise en place et le renforcement du système immunitaire avec l'âge. Le même constat a été fait dans les élevages de dindons au Nigeria (Ngu et al., 2014). Ce renforcement de l'immunité expliquait également le fait que davantage de dindonneaux mouraient que de dindons. Les causes de mortalités comme les accidents, les prédateurs, les maladies, la fraîcheur et les pluies ont déjà été rapportées en aviculture au Bénin (Boko et al., 2012 ; Houessionon et al., 2020). Une amélioration du logement des volailles permettrait de réduire les accidents, l'exposition aux prédateurs et à la fraîcheur puisque ces causes ont été moins rapportées dans le groupe 3 où les logements étaient améliorés. Les pathologies constituaient la première préoccupation des éleveurs afin d'améliorer leur productivité. Celles enregistrées par les éleveurs ont déjà été diagnostiquées en aviculture au Bénin (Gangbo et al., 2006 ; Salifou et al., 2008).

L'amélioration du logement, surtout dans l'élevage traditionnel pratiqué dans le groupe 2, et la mise en place de plans de prophylaxie permettraient de mieux contrôler ces pathologies. L'agent responsable de la gale (*Cnemidocoptes mutans*) a été notifié dans les élevages de dindons au Bénin par Salifou et al. (2008), mais également d'autres ectoparasites comme *Dermanyssus gallinae*, *Epidermoptes bilobatus*, *Argas persicus*, *Amblyomma variegatum*, *Hyalomma rufipes*, *Lipeurus caponis*, *Menopon gallinae*, *Menacanthus stramineus* (Salifou et al., 2008). Les éleveurs gagneraient à mettre en place des programmes de déparasitages car certains de ces ectoparasites ou arthropodes affectent les plumes qui font partie des critères de choix des reproducteurs. La majorité des enquêtés (surtout groupes 1 et 3) utilisait des produits vétérinaires pour traiter les dindons en cas de maladies du fait de leur efficacité. Ces produits vétérinaires, surtout les antibiotiques, laissent des résidus dans la viande et les œufs, ce qui pose des problèmes de santé publique (Mensah et al., 2014). Ainsi, certains éleveurs, notamment dans le groupe 2, réduisaient leur utilisation et optaient pour les plantes médicinales.

Commercialisation des produits d'élevage

Les dindons étaient surtout vendus pendant les fêtes de fin d'année parce qu'ils coûtaient cher. Le même constat a été fait au Bénin (FAO, 2015). Les autres occasions de vente étaient lors de la rentrée scolaire et en cas de maladie d'un membre de la famille et de deuil, montrant que l'élevage de dindons était non seulement important sur le plan économique mais également sur le plan social. Par ailleurs, les dindons sont consommés lors de cérémonies religieuses au sud du Bénin (FAO, 2015). Le prix des dindons destinés à l'abattage dans le groupe 3 était supérieur au prix de vente dans les groupes 1 et 2. Cette légère augmentation serait liée au niveau d'urbanisation des villes des éleveurs dans chaque groupe. Ainsi, Adebo (2018) rapporte que les dindons coûtent plus cher dans l'Atlantique que dans l'Ouémé et le Zou. L'analyse d'un éventuel effet régional est en cours. Toutefois, il semble que cet effet soit en partie confondu avec le niveau de scolarité, les éleveurs de la zone Atlantique se situent en effet à proximité des grands centres urbains de la côte où l'accès à l'école et aux services est plus facile qu'ailleurs. De plus, le système de production était davantage amélioré dans le groupe 3 que dans les deux autres groupes.

■ CONCLUSION

La typologie des élevages des dindons a permis de décrire trois groupes d'éleveurs en fonction des pratiques d'élevage. Les logements traditionnels utilisés dans le groupe 2 exposaient les volailles aux accidents, aux prédateurs et aux intempéries pouvant causer la mort des animaux. La conduite alimentaire était plus satisfaisante dans les groupes 1 et 3 où les éleveurs utilisaient davantage les aliments commerciaux. La conduite de la reproduction était la même dans les trois groupes mais pour le choix des reproducteurs les éleveurs minimisaient l'état de santé des volailles. Pour développer l'élevage de dindons au Sud Bénin, il faut améliorer le logement et l'alimentation des volailles dans le groupe 2, chercher les stratégies pour contrôler les pathologies et les vols, enfin faciliter l'accès aux marchés des produits de l'élevage dans tous les groupes.

Déclaration des contributions des auteurs

IOD et IYAK ont conçu et planifié l'étude ; IOD, LFO, MK et NA ont collecté les données et rédigé la première version du manuscrit ; IOD, LIB et IYAK ont analysé et interprété les données ; LIB et IYAK ont assuré la révision critique et corrigé le manuscrit. Tous les auteurs ont lu et approuvé la version finale.

Conflits d'intérêts

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

REFERENCES

- Adebo N., 2018. Caractéristiques de l'élevage de dindons locaux au Sud Bénin. Mém. Licence Professionnelle Production et Santé Animales, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 64 p.
- Agodokpessi B.J., Toukourou Y., Alkoiret T.I., Senou M., 2016. Performances zootechniques des dindonneaux nourris à base de farine d'asticots. *Tropicultura*, **34** (2): 253-261
- Amao O.J., Ayorinde K.L., Fayeye T.R., 2014. A Survey on Turkey Rearing in Rural Areas of Kwara State, Nigeria. *Iran. J. Appl. Anim. Sci.*, **4** (3): 615-619
- Amao O.J., Ayorinde K.L., Fayeye T.R., 2016. Egg production and egg quality traits and their association with hen bodyweight in Nigerian Local, Nicholas White and Crossbred turkeys. *Wayamba J. Anim. Sci.*, 1312-1316
- Ayssiwede S.B., Dieng A., Houinato M.R.B., Chrysostome C.A.A.M., Issay Hornick J.L., Missouhou A., 2013. Elevage des poulets traditionnels ou indigènes au Sénégal et en Afrique Subsaharienne : Etat des lieux et contraintes. *Ann. Med. Vet.*, **157** (2): 103-119
- Bakoji I., Haruna U., Nasiru M., Dahiru S.I., 2012. Economic analysis of small scale turkey production in toro local government area, Bauchi State, Nigeria. *J. Sustain. Dev.*, **9** (1-2): 47-52
- Boko K.C., Kpodekon T.M., Dahouda M., Marlier D., Mainil J.G., 2012. Contraintes techniques et sanitaires de la production traditionnelle de pintade en Afrique subsaharienne. *Ann. Med. Vet.*, **156** (1): 25-36, doi: 10.1371/journal.pmed.0050018
- Dahouda M., 2009. Contribution à l'étude de l'alimentation de la pintade locale au Bénin, et perspectives d'améliorations à l'aide de ressources non conventionnelles. Doct., Faculté de médecine vétérinaire, Université de Liège, Belgique, 174 p.
- Dahouda M., Toléba S.S., Youssao I.A.K., Bani Kogui S., Yacoubou Aboubakari S., Hornick J.L., 2007. Contraintes à l'élevage des pintades et composition des cheptels dans les élevages traditionnels du Borgou au Bénin. *Avic. Fam.*, **17** (1-2): 3-14
- Dang T.P., Peyre M., Desvaux S., Dinh T.V., Roger F., Renard J.F., 2009. Characteristics of poultry production systems and cost-benefit analysis of mass vaccination campaign against HPAl in poultry production systems in Long An Province, South Vietnam. *J. Sci. Dev.*, **7** (1): 62-68
- Dognon S.R., Salifou C.F.A., Dougnon J., Dahouda M., Scippo M.L., Youssao A.K.I., 2018. Production, importation et qualité des viandes consommées au Bénin. *J. Appl. Biosci.*, **124**: 12476-12487, doi: 10.4314/jab.v124i1.9
- Ebwa J., Monzenga J.C., Mosala F., Rutakaza N., Ebwa J., 2019. Aviculture traditionnelle dans la ville de Kisangani, province de la Tshopo en République Démocratique du Congo. *Rev. Maroc. Sci. Agron. Vét.*, **7** (3): 447-451
- FAO, 2015. Secteur Avicole Bénin. Revues nationales de l'élevage de la division de la production et de la santé animales de la FAO, **10**: 74 p.
- FAOSTAT, 2019. Base de données. http://faostat3.fao.org/download/Q/*F (consulté 13/02/2019)
- Gangbo F., Etorh P., Dougnon T.J., Kpodékon T.M., Tossa A., Kottin T., Darboux R., 2006. La maladie de Gumboro dans les élevages de poulets importés en République du Bénin : Aspects histologiques de la bourse de Fabricius. *J. Soc. Biol. Clin.*, **10**: 10-16
- Houessionon B.F.J., Bonou G.A., Salifou C.F.A., Dahouda M., Dougnon J., Mensah G.A., Youssao I.A.K., 2019. Influence of sex and slaughter age on body composition of Muscovy ducks reared in South Benin. *Int. J. Biosci.*, **14** (6): 98-109, doi: 10.12692/ijb/14.6.98-109
- Houessionon B.F.J., Bonou G.A., Ahounou S.G., Dahouda M., Dougnon T.J., Mensah G.A., Bani Kogui S., et al., 2020. Caractéristiques de l'élevage du canard de Barbarie dans les zones agroécologiques du Sud-Bénin. *J. Appl. Biosci.*, **145**: 14862-14879, doi: 10.35759/JABS.v145.3
- INSAE, 2015. Que retenir des effectifs de population en 2013? Institut national de statistique et de l'analyse économique, Bénin, 33 p.
- Leborgne M.C., Tanguy J.M., Foisseau J.M., Selin I., Vergonzanne G., Wimmer E., 2013. Reproduction des animaux d'élevage, 3^e éd., Educagri, Paris, France, 467 p.
- López-Zavala R., Monterrubio-Rico T.C., Cano-Camacho H., Chassin-Noria O., Aguilera-Reyes U., Zavala-Páramo M.G., 2008. Native turkey (*Meleagris gallopavo gallopavo*) backyard production systems' characterization in the physiographic regions of the State of Michoacan, Mexico. *Técnica Pecu. México*, **46** (3): 303-316
- Mensah S.E.P., Koudandé O.D., Sanders P., Laurentie M., Mensah G.A., Abiola F.A., 2014. Résidus d'antibiotiques et denrées d'origine animale en Afrique : risques de santé publique. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, **33** (3): 975-986, doi: 10.20506/rst.33.3.2335
- Ngu G.T., Butswat I.S.R., Mah G.D., Ngantu H.N., 2014. Characterization of small-scale backyard turkey (*Meleagris gallopavo*) production system in Bauchi State-Nigeria and its role in poverty alleviation. *Livest. Res. Rural Dev.*, 26 (1)
- Onibon P., Sodegla H., 2005. Etude de la sous-filière « aviculture moderne » au Bénin. Rapport intégral d'étude, MAEP, Bénin, 110 p.
- Pougoué E.B.S., Manu I., Labiyi Adédédji I., Bokossa T., 2019. Technical efficacy of laying hen farms in Southern Benin. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **72** (1): 23-32, doi: 10.19182/remvt.31728
- Salifou S., Natta Y.A., Odjo A.M., Pangui L.J., 2008. Ectoparasite Arthropods of the Turkey (*Meleagris gallopavo*) in the Northwest of Benin. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **61** (3-4): 185-189, doi: 10.19182/remvt.9987
- Tougan P.U., Dahouda M., Salifou C.F., Ahounou G.S., Kossou D.N.F., Amenou C., Kogbeto C.E., et al., 2013. Nutritional quality of meat from local poultry population of *Gallus gallus* species of Benin. *J. Anim. Plant Sci.*, **19** (2): 2908-2922
- Vignal A., Boitard S., Thebault N., Dayo G., Yapi-Gnaore V., Youssao I., Berthouly-Salazar C., et al., 2019. A guinea fowl genome assembly provides new evidence on evolution following domestication and selection in galliformes. *Mol. Ecol. Resour.*, **19** (4): 997-1014, doi: 10.1111/1755-0998.13017

Summary

Dotché I.O., Baba L.I., Okambawa L.F., Koffi M., Adebo N., Youssao Abdou Karim I. Typology of turkey farms in South Benin

Turkey farming is practiced throughout the country but is less developed than that of other poultry. The purpose of the study was to characterize this type of farming. Data were collected during a retrospective survey in 83 farms in South Benin. The SAS software *Proc corresp* procedure identified three groups of farmers: Group 1 was composed of secondary school level farmers engaged in breeding and handicraft activities; Group 2 was composed of unschooled or primary school level farmers engaged in commerce and agro-livestock activities; and Group 3 was composed of civil servants or employees with a university degree. The majority of the respondents used improved or traditional poultry housing. Turkey feeding was mainly based on purchased feed in groups 1 and 3 compared to Group 2. Cereals, agricultural by-products, and kitchen scraps were used by the majority of Group 2 farmers. Natural incubation under the turkey or the hen was practiced by all farmers. Difficulties faced by the farmers were diseases, mortalities, accidents, predators, and lack of markets. Predators and accidents were reported more often in Groups 1 and 2 than in Group 3. Turkeys were mostly sold during the holiday season in all groups. The selling price of turkeys was higher in Group 3 than in Group 2, where the products were more expensive than in Group 1. Overall, turkey farming was semi-improved in groups 1 and 3, and traditional in Group 2. It needs to be improved to make it more competitive.

Keywords: turkeys, poultry farming, typology, poultry housing, feeding, reproduction, risk factors, Bénin

Resumen

Dotché I.O., Baba L.I., Okambawa L.F., Koffi M., Adebo N., Youssao Abdou Karim I. Tipología de los criaderos de pavos en el sur de Benín

La cría de pavos se practica en todo el país, pero está menos desarrollada que la de otras aves. El objetivo del estudio fue el de caracterizar esta cría. Los datos se recolectaron mediante una encuesta retrospectiva en 83 criaderos en el sur de Benín. El procedimiento *Proc corresp* del programa SAS permitió identificar tres grupos de criadores: el grupo 1 compuesto de personas con nivel de secundaria con actividades de cría y artesano; el grupo 2 compuesto de personas no escolarizadas o con nivel de primaria con actividades de comercio y agropecuario; y el grupo 3 incluyó funcionarios o asalariados con un nivel universitario. La mayoría de los encuestados disponía de hábitats de tipo mejorado o tradicional para las aves. La alimentación de los pavos se basó en piensos más en los grupos 1 y 3 que en el 2. Los cereales, los subproductos agrícolas y los residuos de cocina fueron utilizados por la mayoría de los criadores en el grupo 2. La incubación natural bajo la pava o la gallina fue practicada por todos los criadores. Las dificultades a las que se enfrentaron los criadores fueron las enfermedades, las mortalidades, los accidentes, los predadores y la falta de mercado. Los predadores y los accidentes fueron reportados más a menudo en los grupos 1 y 2 que en el 3. Los pavos fueron sobre todo vendidos durante las fiestas de fin de año en todos los grupos. El precio de venta de los pavos fue más elevado en el grupo 3 que en el grupo 2, en el cuál los productos costaron más caros que en el grupo 1. En general, la cría de pavos fue de tipo semi mejorada en el grupo 1 y 3, y tradicional en el grupo 2. Se debe mejorar para tornarla más competitiva.

Palabras clave: pavos, cría de aves de corral, tipología, alojamiento para aves, alimentación, reproducción, factores de riesgo, Benín

Vulnérabilité et dynamiques adaptatives des agropasteurs aux mutations climatiques dans la commune de Tchaourou au Bénin

Gildas Louis Djohy ^{1*} Boni Sounon Bouko ¹

Mots-clés

Bovin, vulnérabilité, adaptation aux changements climatiques, Bénin

Submitted: 21 February 2020

Accepted: 13 October 2020

Published: 1 March 2021

DOI: 10.19182/remvt.3619

Résumé

L'élevage bovin est la principale activité économique des communautés peules du Nord Centre Bénin. Cette activité dans la commune de Tchaourou, au climat sud-soudanien à une saison pluvieuse et une saison sèche, est très vulnérable aux effets désastreux des mutations climatiques. La présente étude a eu pour objectif d'appréhender les perceptions des agropasteurs sur les mutations climatiques, et d'analyser leur vulnérabilité et leurs stratégies d'adaptation pour y faire face. L'approche méthodologique s'est reposée sur la collecte de données qualitatives socioanthropologiques issues d'enquêtes de terrain. Les données des entretiens individuels, des groupes de discussion et des observations directes ont permis de générer des matrices de sensibilité et de vulnérabilité des ressources et des agropasteurs, et d'analyser les pratiques adaptatives de ces derniers. Les résultats ont montré une grande similitude des manifestations des mutations climatiques perçues par les agroéleveurs. Ces manifestations étaient entre autres la hausse des températures, le prolongement de la saison sèche, la fin précoce de la saison des pluies et la baisse pluviométrique. Ces risques climatiques induisaient l'assèchement précoce des points d'eau, l'amenuisement du disponible fourrager et la dégradation de l'état sanitaire des animaux par le développement de pathologies. Face à cette instabilité du climat et à ses effets, les agropasteurs ont développé diverses stratégies pour en atténuer les impacts. Ces stratégies ont montré une performance variée selon leur efficacité et méritent d'être renforcées par une politique sectorielle sensible aux risques climatiques.

■ Comment citer cet article : Djohy G.L., Sounon Bouko B., 2021. Vulnerability and adaptive dynamics of agropastoralists to climate change in the commune of Tchaourou in Benin. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 74 (1): 27-35, doi: 10.19182/remvt.36319

■ INTRODUCTION

L'Afrique est considérée comme la région la plus vulnérable aux effets dévastateurs des changements climatiques (GIEC, 2001 ; CSAO/OCDE, 2008) et aucune partie du continent africain n'est épargnée. Toutes les régions du Bénin sont diversement touchées par les mutations climatiques (Houkponou et al., 2009 ; Boko et al., 2012). Le Nord Bénin en général et la commune de Tchaourou en particulier sont affectés par la dégradation des conditions climatiques et leurs

effets induits. L'évolution du climat est particulièrement caractérisée par la baisse et la mauvaise répartition spatio-temporelle des précipitations, la modification des régimes pluviométriques, l'augmentation de la température, l'accroissement de la durée des périodes sèches et les pluies périodiques (Boko et al., 2012). Le potentiel de croissance de l'économie béninoise en général et des communes en particulier se trouve ainsi menacé par les nouvelles conditions climatiques. Il dépend en majorité de la production agricole et de l'élevage qui sont tributaires des précipitations. Ainsi, la variabilité des conditions climatiques a rendu plus difficile la gestion des ressources en eau pour l'abreuvement du bétail et a entraîné une restriction du disponible fourrager aussi bien en quantité qu'en qualité (Totin Vodounon et al., 2016). La production animale notamment bovine, deuxième activité économique après l'agriculture au Bénin, particulièrement dans le département du Borgou (De Haan et al., 1997), s'en trouve drastiquement affectée. Ce phénomène conduit les pasteurs à manquer d'eau

1. Département de géographie et aménagement du territoire (DGAT), Université de Parakou, 03 BP 303 Parakou, Bénin.

* Auteur pour la correspondance
Email : gildasdjohy@gmail.com



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

et de fourrages devenus de plus en plus difficiles à trouver (Djohy, 2015). Cet article vise, d'une part, à appréhender les perceptions des agropasteurs sur les mutations climatiques et, d'autre part, à analyser leur vulnérabilité et leurs stratégies d'adaptation pour faire face aux nouvelles conditions climatiques.

■ MATERIEL ET METHODES

Milieu d'étude

L'étude a été conduite dans la commune de Tchaourou, située dans le département du Borgou. Elle s'étend sur 7256 kilomètres carrés, soit 28 % de la superficie du département et environ 6,5 % du territoire national (PDC, 2017). Tchaourou est limitée au nord par les communes de Parakou et N'Dali, au nord-est par celle de Pèrèrè, au sud par celle de Ouèssè, à l'ouest par celles de Bassila et Djougou, et à l'est par le Nigeria. Elle est située entre 8° 46' et 9° 42' N, et 1° 58' et 3° 10' E (figure 1).

Le climat local est de type sud soudanien caractérisé par une saison pluvieuse et une saison sèche. Les moyennes pluviométriques annuelles varient entre 1100 et 1200 millimètres (Kora, 2006). Le réseau hydrographique est principalement dominé par les affluents du fleuve Ouémé et de la rivière Okpara. Ainsi, les sources d'eau de surface à Tchaourou sont composées de deux plans d'eau de 27 km de long, de 11 cours d'eau permanents de 295 km et d'un cours d'eau temporaire de 683 km (PDC, 2017). Ces cours et plans d'eau présentent des potentialités exploitables par les agropasteurs. Ils constituent des points d'attraction des animaux à la recherche de sites d'abreuvement et de pâturages. La commune dispose également de nombreuses retenues d'eau qui favorisent l'abreuvement des animaux en saison sèche, notamment celle de Boukousséra, de Papanè, de Kaki Koka, d'Alafiarou, de Sebou, de Gah-Baka, de Kpassa et de Winra (Chabi Boum, 2011 ; PDC, 2017).

Les formations végétales naturelles (forêt dense, galerie forestière, forêt claire et savane boisée, savane arborée et arbustive) fournissent aux

animaux différentes espèces fourragères en saison sèche. Les forêts communales recouvrent 1725 kilomètres carrés, soit 23,8 % de la superficie de la commune (Kora, 2006 ; PDC, 2017). Les strates herbacées sont caractérisées par des espèces comme *Andropogon gayanus* et *Imperata cylindrica*. Les galeries forestières se développent le long des cours d'eau notamment dans les vallées de l'Ouémé et de l'Okpara.

Selon le quatrième Recensement général de la population et de l'habitation (RGPH-4), la population de Tchaourou a augmenté considérablement avec 223 138 habitants en 2013 contre 106 852 en 2002. Cette population est composée principalement de Bariba (34,2 %), de Peuls (18,9 %), de Nagot (15,8 %), d'Otamari (12,9 %) et de Yom-Lokpa (10,9 %), qui sont à la fois agriculteurs et éleveurs (Kora, 2006). La densité moyenne de la population est passée de 15 habitants/km² en 2002 à 31 en 2013. Plus de 90 % de la population pratique l'agriculture (Kora, 2006), notamment les cultures céréalières (maïs, sorgho, riz), les légumineuses (niébé, soja, arachide), les racines et tubercules (igname, manioc), les maraichères (piment, tomate, gombo), et les cultures de rente (coton, anacarde, karité).

L'élevage pratiqué est essentiellement extensif et constitue la principale activité des Peuls et la seconde activité des autres groupes socio-culturels. Selon le Secteur communal de développement agricole de Tchaourou, le cheptel communal comprend diverses espèces : 40 372 bovins, 11 755 ovins et 14 093 caprins en 2016 (PDC, 2017). Les animaux sont menacés par diverses pathologies, dont la fièvre aphteuse, la péripneumonie contagieuse bovine, la pasteurellose bovine, la trypanosomose, la brucellose et la peste des petits ruminants (Chabi Boum, 2011). Les éleveurs peuls de la commune cultivent principalement du maïs, du mil/sorgho et de l'igname pour assurer non seulement leur autosuffisance alimentaire mais également pour nourrir le bétail à partir des résidus de cultures. En rupture avec le mode d'élevage ancestral, ils sont passés du système pastoral fondé sur la mobilité des animaux à un système agropastoral basé sur la complémentarité alimentaire du bétail. Ainsi, ils ont recours à l'agriculture pour mieux faire face aux incertitudes climatiques et environnementales.

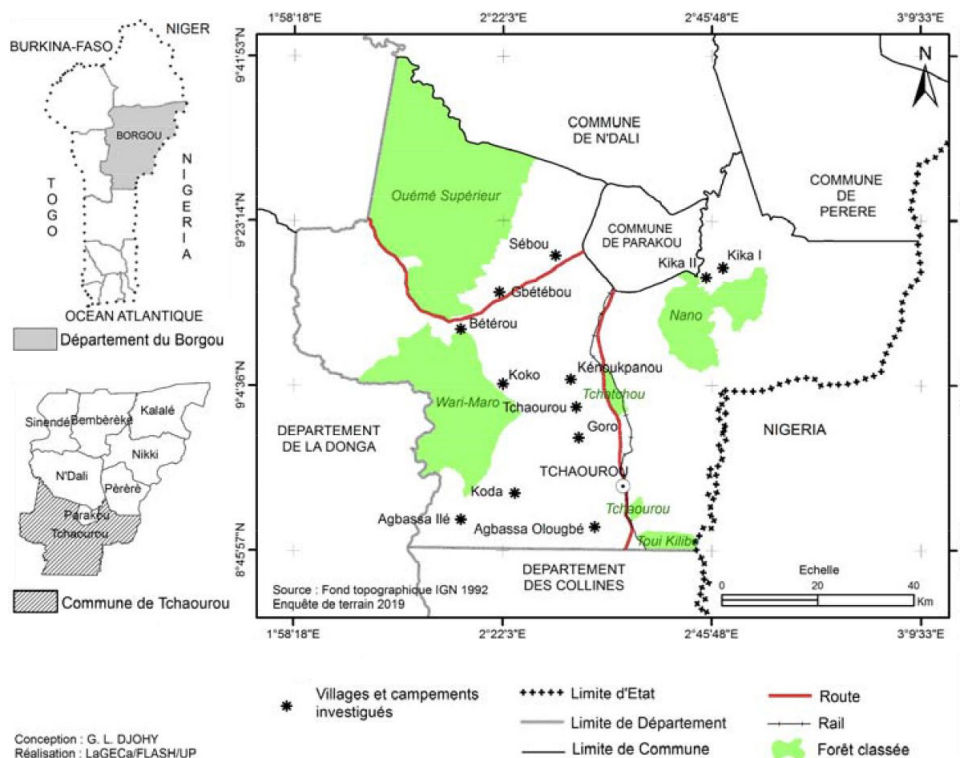


Figure 1 : Sites des enquêtes menées auprès d'agropasteurs à Tchaourou au Bénin ; Source : IGN, 1992 /// Sites of the surveys conducted with agropastoralists in Tchaourou, Benin ; Source: IGN, 1992

Les termes agropasteur ou éleveur (ce dernier terme est utilisé seul par la suite pour une lecture plus homogène) désignent cette catégorie d'acteurs ayant l'élevage bovin comme principale activité à laquelle ils associent l'agriculture comme source alternative de vie, intégrée à leur pratique d'élevage. A Tchaourou cette population est peule. C'est la raison fondamentale du choix de ces acteurs pour conduire l'étude. Les modes d'accès à la terre de production des Peuls sont l'héritage, le don, l'achat, le prêt et la location, l'héritage étant le mode d'accès le plus courant dans le département du Borgou (De Haan et al., 1997). Les autres groupes socioculturels de la commune pratiquent la poly-culture-élevage. Ils développent une diversité de cultures et au moins un élevage, celui de bovins, d'ovins, de caprins ou de volailles.

Collecte des données

L'approche méthodologique s'est reposée sur le suivi des animaux au pâturage, les entretiens individuels et collectifs, et les observations. A partir de la méthode d'échantillonnage raisonné et 26 troupeaux suivis au pâturage, 130 éleveurs ont été interviewés entre avril et juin 2019. Quatre entretiens collectifs ont été organisés avec en moyenne sept éleveurs et ont permis de compléter et de confronter certaines informations recueillies lors des entretiens individuels. La documentation et l'enquête préparatoire ont permis d'identifier les principaux foyers de développement de l'élevage à Tchaourou. Ainsi, six arrondissements, sur les sept que compte la commune, ont été retenus pour les enquêtes de terrain : Bétérou, Tchachou, Sanson, Alafiarou, Kika et Goro. Douze villages et campements ont été inclus dans ces arrondissements en fonction de l'abondance des ressources pastorales, de la forte présence d'éleveurs et de l'importance de leur cheptel bovin. Ces villages et campements ont été choisis au cours des différentes discussions menées avec les autorités villageoises et les responsables de la population peule. L'échantillon a tenu compte de critères comme l'âge et le nombre d'années d'expérience. Ainsi, les éleveurs avaient au moins 30 ans et pratiquaient l'agropastoralisme depuis au moins 10 ans. Les données collectées sur le terrain ont été relatives à leur perception de l'évolution des paramètres climatiques, notamment la pluviométrie, la température et la vitesse du vent. Les enquêtes de terrain ont permis également de collecter des données sur la vulnérabilité des différentes catégories d'éleveurs, des ressources fourragères et hydriques aux modifications climatiques, et sur les stratégies d'alimentation, d'abreuvement et de gestion des pathologies bovines.

Analyse des données de terrain

Les entretiens individuels et collectifs ont permis de mobiliser auprès des éleveurs des données qualitatives qui ont servi à l'analyse de discours (Igalens, 2007 ; Seigneur, 2011). Cette méthode d'analyse des données qualitatives des sciences sociales et humaines a permis d'appréhender les perceptions des éleveurs par rapport aux mutations climatiques, leur vulnérabilité aux risques climatiques et leurs stratégies d'adaptation. La matrice de sensibilité a été réalisée suivant la technique de réalisation des matrices de vulnérabilité (ENDA et C3D, 2005). Elle a permis, d'une part, de calculer les indices d'exposition des ressources pastorales (fourragères et hydriques) et des éleveurs aux mutations climatiques, et, d'autre part, le niveau des impacts engendrés par les différents risques climatiques identifiés dans le milieu d'étude. Au cours des entretiens, les éleveurs ont décrit et noté leur ressenti au quotidien (1 faible, 2 assez faible, 3 moyen, 4 assez fort, 5 fort) vis-à-vis des modifications climatiques. De plus, ils ont décrit et noté l'efficacité (1 forte, 2 moyenne, 3 faible) variable dans le temps et dans l'espace des différentes sources d'alimentation et d'abreuvement des animaux. Les différentes notes attribuées par les éleveurs ont permis de calculer l'efficacité des ressources et des modes de traitement. L'efficacité a été considérée comme un indicateur technique de mesure du temps de disponibilité des ressources pastorales pendant la saison

sèche. Elle désignait également le degré de satisfaction des éleveurs à la fin des traitements vétérinaires ou ethnovétérinaires.

Les entretiens individuels et collectifs constituent des méthodes d'enquête par excellence pour recueillir les ressentis des éleveurs sur l'efficacité des différents modes de traitement des animaux (Barbarin, 2019) et des différentes sources d'alimentation des animaux. Ainsi, les éleveurs ont exprimé leur ressenti sur l'efficacité des différentes sources d'alimentation et d'abreuvement des animaux suivant la durée de la disponibilité des ressources au cours de la saison sèche entre novembre et avril. Les ressources à faible efficacité étaient les ressources disponibles sur une période d'un à deux mois après la saison des pluies (novembre et décembre). Les ressources à efficacité moyenne et forte étaient les ressources disponibles respectivement de novembre à février et de novembre à avril. De plus, l'expression des ressentis des éleveurs a permis de caractériser leur degré de satisfaction vis-à-vis des différents modes de traitement des animaux. Les éleveurs ont qualifié de forte efficacité le mode de traitement permettant à l'animal malade de guérir, d'efficacité moyenne le mode de traitement procurant une guérison partielle et d'efficacité faible le mode de traitement n'apportant qu'une guérison momentanée. Le diagramme de vulnérabilité a été réalisé suivant un gradient international d'évaluation de vulnérabilité de 20 à 100, exprimant la facilité d'accès des différentes catégories d'éleveurs aux ressources pastorales (Djohy et al., 2017).

■ RESULTATS

Perception des mutations climatiques par les éleveurs

Pour les éleveurs les différents paramètres climatiques ont connu une perturbation ces dernières années qui a fortement influencé la disponibilité des ressources pour le développement de l'activité pastorale. Les mutations climatiques étaient perçues par les vents violents (98 % des éleveurs), la hausse des températures (97 %), le début tardif de la saison des pluies (97 %), le prolongement de la saison sèche (96 %), la fin précoce de la saison des pluies (94 %) et la baisse pluviométrique (90 %).

Pour 28 % des éleveurs, les effets nuisibles des mutations climatiques ont été amplifiés ces dernières années par les activités anthropiques, notamment les activités agricoles et l'exploitation forestière. Selon eux les ressources pastorales ont été fortement impactées par les mutations climatiques, notamment l'assèchement précoce des points d'eau et l'amenuisement du disponible fourrager. Ces modifications climatiques ont énormément contribué à la dégradation de l'état sanitaire des animaux par le développement de diverses pathologies, dont la fièvre aphteuse, la pasteurellose bovine, la trypanosomose et la brucellose.

Traits distinctifs des groupes d'éleveurs

La taille du troupeau bovin déterminait le statut social des éleveurs au sein de la communauté pastorale et était source de prestige. Elle comptait davantage que celle du cheptel de petits ruminants et, avec la santé des bovins, constituait une préoccupation majeure pour les Peuls qui considéraient les bovins plus importants que d'autres biens, notamment les moyens de transport et les maisons. La taille du cheptel bovin déterminait également la forme de mobilité pratiquée par l'éleveur dans l'espace et le temps. Trois grandes catégories d'éleveurs se sont dégagées à partir de ces indicateurs (tableau 1).

La taille du cheptel bovin constituait non seulement le fondement des systèmes de valeurs dans la communauté peule mais déterminait également les différentes pratiques pastorales ainsi que les ressources exploitées. Ainsi, la dynamique saisonnière des petits éleveurs se limitait aux espaces environnant leur territoire d'attache. En revanche, les moyens et les gros éleveurs pratiquaient une dynamique

saisonnaire à l'intérieur et à l'extérieur de leur territoire d'attache pour mieux subvenir aux besoins alimentaires du cheptel. La pratique de division du cheptel en plusieurs sous-troupeaux permettait aux gros éleveurs de mieux exploiter les ressources dispersées.

Sensibilité des ressources pastorales

Pour les personnes interviewées, l'élevage était très vulnérable à la sécheresse, à la chaleur excessive, aux pluies tardives et fortes, aux vents violents et aux feux de végétation. Ces risques impactaient les ressources fourragères et hydriques (tableau II) ainsi que les éleveurs (tableau III). Ils rendaient plus difficile le développement de l'activité pastorale.

Le tableau II révèle que les ressources en eau superficielle étaient, selon la perception des éleveurs, plus exposées aux risques climatiques.

Les mares, les barrages et les retenues d'eau étaient les plus exposés (indicateur d'exposition 72 %), venaient ensuite les eaux de l'Ouémé et de l'Okpara (56 %). Quant aux ressources en eau souterraine, les puits étaient exposés (44 %) et les forages (40 %). Les ressources fourragères, notamment les fourrages herbacés et les ligneux fourragés, étaient les plus exposées (respectivement 84 % et 68 %).

Le tableau III révèle que les gros éleveurs étaient les plus exposés aux menaces climatiques (84 %), et les éleveurs disposant de troupeaux moyens et les petits éleveurs l'étaient mais dans une moindre mesure (respectivement 68 % et 60 %). La sécheresse était le premier risque climatique qui affectait les éleveurs (indicateur d'impact 87 %), suivi des feux de végétation affectant la production animale (80 %), de la chaleur excessive (73 %), des pluies tardives et fortes (60 %) et des vents violents (53 %).

Tableau I : Typologie des agropasteurs de la commune de Tchaourou au Bénin en 2019 // *Typology of agropastoralists in the commune of Tchaourou in Benin in 2019*

Catégorie	Taille du cheptel	Mobilité pastorale	Ressources fourragère et hydrique
Petit éleveur	20–50 bovins 5–30 ovins	A l'intérieur du territoire d'attache	Fourrage herbacé, ligneux fourrager et résidu de récolte Eaux superficielle et souterraine
Moyen éleveur	50–100 bovins 30–80 ovins	A l'intérieur et à l'extérieur du territoire d'attache	Fourrage herbacé, ligneux fourrager et résidu de récolte Eaux superficielle et souterraine
Gros éleveur	> 100 bovins > 80 ovins	A l'intérieur et à l'extérieur du territoire d'attache	Fourrage herbacé, résidu de récolte, ligneux fourrager, végétation des zones de décrues Eau superficielle

Tableau II : Matrice de sensibilité des ressources aux risques climatiques, commune de Tchaourou au Bénin en 2019 // *Matrix of resource sensitivity to climate risks, Tchaourou Commune in Benin in 2019*

Ressource pastorale		Risque climatique					Indicateur d'exposition (%)
		Chaleur excessive	Sécheresse	Vent violent	Pluie tardive et forte	Feu de végétation	
Eau superficielle	Fleuve et rivière	4	4	1	4	1	56
	Mare, barrage et retenue d'eau	5	5	2	4	2	72
Eau souterraine	Puits	3	3	1	3	1	44
	Forage	3	3	1	2	1	40
Ressource fourragère	Fourrage herbacé	4	5	3	4	5	84
	Ligneux fourrage	3	3	4	3	4	68
	Résidu agricole	2	3	2	2	5	56

1 faible, 2 assez faible, 3 moyenne, 4 assez forte, 5 forte // *1 low, 2 medium low, 3 intermediate, 4 medium high, 5 high*

Tableau III : Matrice de sensibilité des agropasteurs aux risques climatiques, commune de Tchaourou au Bénin en 2019 // *Sensitivity matrix of agropastoralists to climatic risks, Tchaourou Commune in Benin in 2019*

Eleveur	Risque climatique					Indicateur d'impact (%)
	Chaleur excessive	Sécheresse	Pluie tardive et forte	Vent violent	Feu de végétation	
Petit éleveur	3	4	2	3	3	60
Moyen éleveur	3	4	3	3	4	68
Gros éleveur	5	5	4	2	5	84
Indicateur d'impact (%)	73	87	60	53	80	–

1 faible, 2 assez faible, 3 moyenne, 4 assez forte, 5 forte // *1 low, 2 medium low, 3 intermediate, 4 medium high, 5 high*

Vulnérabilité des groupes d'éleveurs

Le niveau d'accès des différentes catégories d'éleveurs aux ressources pastorales disponibles a permis de réaliser leur profil de vulnérabilité (figure 2). Il révèle que les gros éleveurs étaient plus vulnérables aux effets nuisibles des changements et variabilités climatiques que les moyens et les petits éleveurs car ils avaient un accès relativement restreint aux différentes ressources pastorales. La répartition du cheptel en sous-troupeaux devenait une nécessité non seulement pour faciliter l'entretien du troupeau mais aussi pour assurer l'alimentation et l'abreuvement des animaux en saison sèche. Pour faire face à cette vulnérabilité, les éleveurs développaient diverses stratégies qui leur permettaient d'atténuer les effets des changements climatiques sur leur activité.

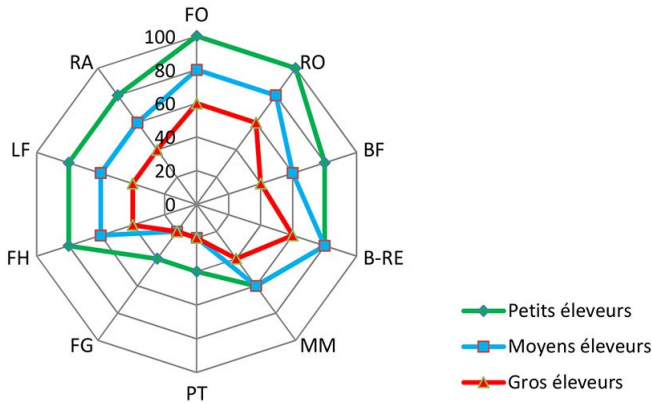


Figure 2 : Profil de vulnérabilité des agropasteurs à Tchaourou au Bénin en 2019 ; FO : fleuve Ouémé ; RO : rivière Okpara ; BF : bas-fonds ; B-RE : barrages et retenues d'eau ; MM : mares et marigots ; PT : puits ; FG : forages ; FH : fourrage herbacé ; LF : ligneux fourragers ; RA : résidus agricoles // Vulnerability profile of agropastoralists in Tchaourou, Benin in 2019; FO: Ouémé River; RO: Okpara River; BF: lowlands; B-RE: dams and water reservoirs; MM: ponds; PT: wells; FG: boreholes; FH: herbaceous fodder; LF: woody fodder; RA: agricultural residues

Stratégies d'adaptation

Les stratégies d'adaptation développées par les éleveurs face aux nouvelles conditions climatiques étaient de plusieurs ordres. Elles englobaient les différentes pratiques de gestion de l'eau, des ressources fourragères et des différentes pathologies.

Sources d'abreuvement des animaux

Pour répondre aux besoins en eau du bétail, les éleveurs ont diversifié les sources d'abreuvement (figure 3 à gauche). Pendant la saison sèche, les sources d'eau permanentes (fleuve, rivière, barrages, retenues d'eau) étaient très fréquentées tandis que les sources d'eau temporaires l'étaient moins à cause de leur assèchement rapide. Les éleveurs avaient ainsi recours aux retenues d'eau (33 %), aux surcreusements des bas-fonds (24,8 %), aux barrages (14,3 %), au fleuve Ouémé (12 %) et aux forages (12 %). Les sources d'abreuvement des animaux ont présenté une efficacité variable dans le temps (figure 3 à droite), l'efficacité désignant la durée de la disponibilité des ressources en eau pendant la saison sèche. Les points de surcreusement des bas-fonds tarissaient entre novembre et décembre et ne permettaient pas aux éleveurs d'abreuver les animaux. Ces sources présentaient une faible efficacité selon les enquêtes. Seuls le fleuve, les retenues d'eau et les barrages ont présenté une forte ou une moyenne efficacité et ont permis aux éleveurs d'abreuver les animaux en saison sèche.

Sources d'alimentation des animaux

Le manque de fourrage herbacé en saison sèche rendant l'alimentation des animaux difficile, les éleveurs ont développé différentes techniques pour les nourrir (figure 4 à gauche). L'exploitation des résidus de récolte (42 %), des ligneux fourragers (42 %) et des végétations des zones humides et forêts (10 %) ont constitué les principales stratégies développées par les éleveurs pour mieux nourrir le bétail en saison sèche. L'efficacité de ces stratégies a varié dans le temps (figure 4 à droite). Les ligneux fourragers, les végétations des zones humides et des forêts ont eu une grande efficacité en saison sèche. La culture fourragère fraîche de *Panicum maximum* C1 convenant au bétail, les petits et moyens éleveurs de Tchaourou avaient commencé

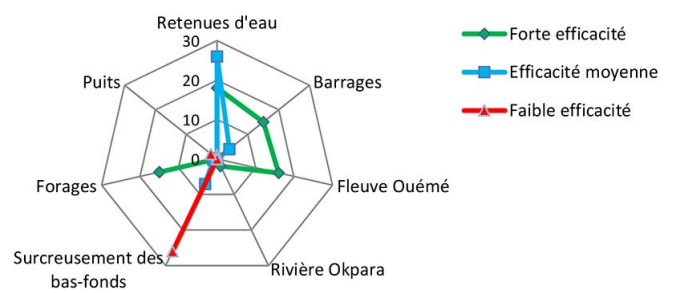
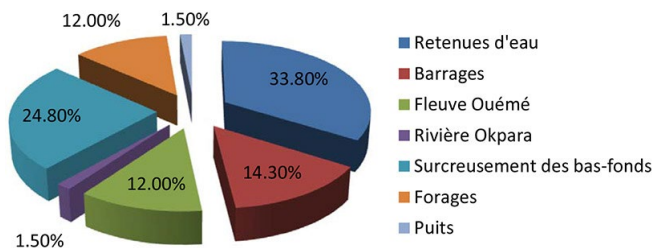


Figure 3 : Sources d'abreuvement du bétail (gauche) et leur efficacité (droite) à Tchaourou au Bénin en 2019 // Livestock drinking sources (left) and their efficiency (right) in Tchaourou, Benin in 2019

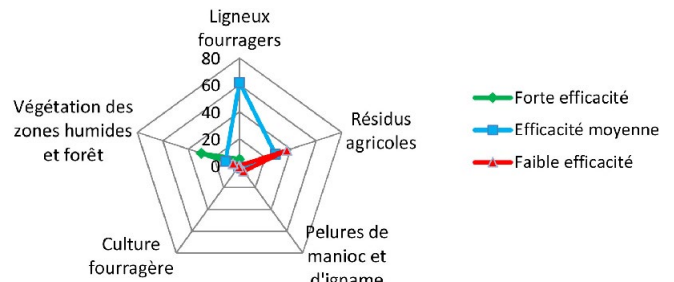
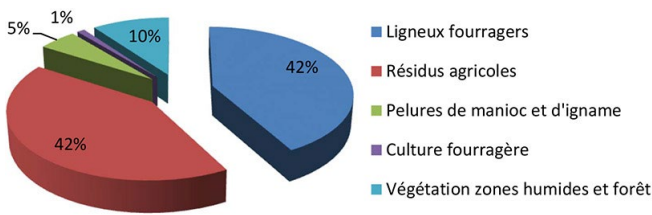


Figure 4 : Sources d'alimentation du bétail (gauche) et leur efficacité (droite) à Tchaourou au Bénin en 2019 // Livestock feed sources (left) and their efficiency (right) in Tchaourou, Benin in 2019

à la développer (figure 5). Ainsi depuis 2017, dans le cadre du projet de « Contrôle de l'invasion de *Hyptis suaveolens* Poit. dans les pâturages naturels par la culture de *P. maximum* C1 dans les exploitations peules au Bénin », les éleveurs de la commune ont pu installer des parcelles d'essai de plus de 500 kilomètres carrés. Par ailleurs, tous les éleveurs utilisaient les résidus de récolte notamment de maïs, de riz, de mil/sorgho, et les pelures de manioc et d'igname en complément pour nourrir le bétail.

Gestion des pathologies bovines

La santé des animaux est menacée par les nouvelles conditions environnementales et climatiques. Les éleveurs ont développé diverses stratégies pour lutter contre les pathologies des animaux notamment la fièvre aphteuse, la péripneumonie contagieuse bovine, la pasteurellose bovine, la trypanosomose, la tuberculose et la brucellose. Le traitement vétérinaire (55 %) et le traitement ethnovétérinaire (43 %) ont constitué leurs principales stratégies. Cependant, l'efficacité des différents traitements a varié en fonction de la pathologie. Le traitement mixte consistait à consulter un vétérinaire, puis à administrer à l'animal une combinaison de produits pharmaceutiques et traditionnels. Le traitement vétérinaire a présenté une forte efficacité selon les éleveurs et le traitement ethnovétérinaire a eu une efficacité moyenne. Il a cependant été très efficace dans le traitement des infections nasales et des morsures de serpent.

■ DISCUSSION

Perception du changement climatique

Les éleveurs percevaient les mutations climatiques à travers plusieurs indicateurs, dont la hausse des températures, la mauvaise répartition spatio-temporelle des pluies et les vents violents. Ces résultats étaient similaires à ceux obtenus par Ouedraogo (2010), Kate et al. (2015), Djohy et al. (2017), Dayamba et al. (2019), Abdou et al. (2020) et Idrissou et al. (2020). Pour Boko et al. (2012) et Djohy (2015), la région septentrionale du Bénin enregistre des périodes excédentaires et déficitaires qui sont dues à des phénomènes exceptionnels, comme les sécheresses et les excédents pluviométriques. Ainsi, le Nord Bénin connaît une hausse des températures de + 0,5 à 1 °C, des cas d'extrêmes pluviométriques et une sécheresse généralisée (Boko et al., 2012). Les changements et variabilités thermométriques de surface indiquent un réchauffement climatique de 0,85 [0,65–1,06] °C (GIEC, 2013). Cette hausse s'accompagne d'une diminution significative de la fréquence des jours très froids et d'une augmentation de la fréquence

des jours très chauds (Ly et al., 2013). Les incidences d'événements climatiques extrêmes (canicule, sécheresse, inondation) mettent en évidence la vulnérabilité et le niveau élevé d'exposition des écosystèmes et des systèmes humains aux changements climatiques (GIEC, 2014). Ces évolutions du climat influencent la disponibilité des ressources pastorales et rendent vulnérables les différents systèmes pastoraux.

Vulnérabilité des ressources et des éleveurs aux mutations climatiques

Les ressources fourragères et hydriques et les différentes catégories d'éleveurs de la commune sont menacées par les risques climatiques. Ces résultats corroborent ceux de Kate et al. (2015), Djohy et al. (2017) et Abdou et al. (2020) qui montrent que l'incertitude climatique constitue un facteur important de vulnérabilité pour les ressources pastorales et les éleveurs. Pour Tente et al. (2013) et Alwaly (2017), la vulnérabilité pastorale s'exprime dans un premier temps par la dégradation des conditions de survivance du bétail, notamment le manque de pâturage, d'eau pour l'abreuvement et les risques épidémiologiques. Elle s'exprime dans un second temps par la confrontation des éleveurs à une multitude de chocs notamment les sécheresses, les phénomènes d'inondations, l'appropriation des terres, les actes de banditisme, le terrorisme et les pathologies animales (Alwaly, 2017). La baisse du cumul pluviométrique et la hausse des températures impactent la disponibilité des ressources (Sanogo et al., 2016). Pour Manoli (2012), Kate et al. (2015), la vulnérabilité des éleveurs est préoccupante face aux changements globaux notamment climatiques. Ainsi, la dégradation des aires de pâturage, la raréfaction des points d'abreuvement des animaux, la détérioration de leur état sanitaire et la fréquence des sécheresses constituent des indicateurs qui attestent la vulnérabilité des ressources aux changements climatiques et environnementaux et interpellent les éleveurs sur l'urgence de développer des stratégies appropriées (Dayamba et al., 2019 ; Abdou et al., 2020).

Stratégies d'adaptation

Face à la réduction des ressources fourragères et hydriques en saison sèche, les éleveurs de Tchaourou ont développé diverses stratégies pour nourrir et abreuver les animaux. Ces stratégies consistaient à utiliser les résidus de récolte, les ligneux fourragers et la végétation des zones humides comme rapporté par Djènontin (2010), Djohy (2015), Dayamba et al. (2019) et Abdou et al. (2020). Si en saison pluvieuse le fourrage herbacé est abondant et peut couvrir les besoins alimentaires des animaux,



Figure 5 : Culture fourragère de *Panicum maximum* C1 à Tchaourou au Bénin en 2019 ; © Djohy G.L. /// Fodder crop of *Panicum maximum* C1 at Tchaourou in Benin in 2019; © Djohy G.L.

en saison sèche il devient rare (Djènontin et al., 2009). Pour Salifou (2010) la production fourragère sans les résidus culturels ne couvre les besoins alimentaires des animaux qu'une année sur trois voire quatre. L'exploitation des résidus culturels par les animaux constitue un enjeu stratégique pour les éleveurs et les agropasteurs (Touré, 2015). La pérennité du système pastoral repose aussi sur l'accès à l'eau du troupeau. Ainsi, en saison sèche les éleveurs avaient recours à diverses sources d'eau souterraines ou de surface, à l'instar des résultats obtenus par Cornu et al. (2008) qui rapportent par ailleurs que le fonçage ou la réhabilitation de puits pastoraux et le surcreusement des mares constituent des stratégies des éleveurs pour faire face à la baisse des ressources en eau en saison sèche. Le faible accès aux ressources pastorales expose les animaux à diverses pathologies (Simel, 2010). Dans ces conditions, les éleveurs ont combiné divers produits dans le traitement des animaux, notamment vétérinaires et ethnovétérinaires. Les Peuls ont souvent recours aux plantes médicinales (Byavu et al., 2000) et aux méthodes modernes (Abdou et al., 2020) comme les antibiotiques (Mensah et al., 2014 ; Vieira, 2019) et les trypanocides (Dia et Desquesnes, 2003) dans le traitement des différentes pathologies bovines.

Les variations climatiques et environnementales ont contraint les éleveurs à pratiquer une diversité de mobilités pastorales à la recherche des ressources fourragères et hydriques. Ces mouvements ont constitué des stratégies d'adaptation en réponse à la sévérité des dérèglements climatiques et à la variabilité spatio-temporelle des écosystèmes pâturés (Djènontin, 2010 ; Djohy, 2015). La mobilité pastorale suit un calendrier bien établi en fonction de la variation écologique pour permettre aux pasteurs d'exploiter les ressources dispersées. Elle est régie par des textes régionaux et nationaux. Ainsi, la Communauté économique des Etats de l'Afrique de l'Ouest (Cedeao) a adopté à Abuja le 31 octobre 1998 la décision A/DEC.5/10/98 relative à la réglementation de la mobilité pastorale entre ses Etats membres, instaurant un premier instrument juridique destiné à sécuriser les conditions de déplacement et d'accueil du bétail transhumant. Ces Etats ont adopté également des textes pour réglementer la mobilité au plan national. C'est le cas du Bénin qui a adopté plusieurs textes législatifs et réglementaires pour une gestion apaisée de la mobilité (Yahaya Namassa, 2014). Le 21 septembre 1987 il a adopté la « loi n° 87-013 portant réglementation de la vaine pâture, de la garde des animaux domestiques et de la transhumance ». Des arrêtés interministériels ont également été pris dans le but de sécuriser la mobilité des pasteurs. Toutefois, le non-respect de ces lois a conduit le gouvernement béninois à prendre le 13 décembre 2017 des mesures restrictives par rapport à la mobilité nationale et transfrontalière. Il a ensuite adopté la « loi n° 2018-20 du 23 avril 2019 portant code pastoral en République du Bénin ». Malgré les différents textes régionaux et nationaux, la mobilité pastorale demeure une source de conflits et de tensions entre usagers des ressources naturelles (FAO, 2012 ; Yahaya Namassa, 2014). Déplorant de nombreuses pertes humaines et des dégâts matériels, l'arrêté interministériel béninois du 26 décembre 2019 restreint la mobilité nationale et interdit la mobilité transfrontalière. Dès lors, le gouvernement s'est lancé dans la

promotion des cultures fourragères notamment du *Panicum maximum* C1 afin de sédentariser les éleveurs. Cet arrêté a contribué sans doute à accroître les difficultés d'accès des pasteurs aux ressources pastorales. La situation est si critique au niveau régional que le gouvernement a accordé, lors des négociations avec le Niger le 18 février 2020, un moratoire exceptionnel de deux mois (mars et avril) aux pasteurs nigériens pour entrer au Bénin avec leurs troupeaux. Le Bénin et le Burkina Faso ont aussi récemment envisagé une coopération transfrontalière à travers un accord-cadre validé lors d'un atelier bilatéral à Cotonou (Mehouenou, 2020), dont la mise en œuvre pourrait aussi profiter au secteur de la mobilité transfrontalière de bétail.

■ CONCLUSION

L'approche utilisée dans cette étude a mis en évidence la perception des mutations climatiques par les éleveurs, leur vulnérabilité aux risques climatiques et leurs stratégies d'adaptation aux nouvelles conditions climatiques et environnementales. Les résultats montrent qu'ils sont davantage menacés par le dérèglement climatique, en l'occurrence le déficit pluviométrique, la fin précoce de la saison des pluies, la hausse des températures et les vents violents. Pour eux, les phénomènes de hausse des températures s'observent pendant les périodes sèches. Quant aux vents violents, ils estiment qu'ils s'observent toute l'année mais sont plus fréquents pendant la saison des pluies. Ces modifications climatiques rendent l'activité agropastorale très vulnérable. Elles entraînent la raréfaction des ressources pastorales et la dégradation de l'état sanitaire des animaux. Face à la dynamique environnementale et climatique, les éleveurs ont recours à diverses sources d'eau souterraines ou de surface pour abreuver des animaux. L'alimentation des animaux est rendue possible grâce à la combinaison des résidus de récolte, des ligneux fourragers et de la végétation des bas-fonds. L'association des traitements vétérinaires et ethnovétérinaires permet aux éleveurs de mieux lutter contre les pathologies et les épidémies animales. L'analyse des stratégies adoptées montre qu'elles sont pertinentes au regard de leur perception. Ces mesures d'adaptation leur permettent de continuer à développer leur activité agropastorale et à sécuriser leurs moyens d'existence dans un environnement de plus en plus incertain. Par ailleurs, il est urgent de développer des politiques publiques plus sensibles aux mutations climatiques et à la gestion des ressources pastorales afin de renforcer les capacités adaptatives des éleveurs.

Déclaration des contributions des auteurs

GLD et BSB ont conçu et planifié l'étude ; GLD a collecté les données, effectué les analyses statistiques et rédigé le manuscrit ; GLD et BSB ont révisé toutes les versions du manuscrit.

Conflits d'intérêts

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

REFERENCES

- Abdou H., Karimou I.A., Harouna B.K., Zataou M.T., 2020. Perception of climate change among Sahelian pastoralists and strategies for adapting to environmental constraints: the case of the commune of Filingué in Niger. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 73 (2): 81-90, doi: 10.19182/remvt.31873
- Alwaly A.A.A., 2017. Entretien : que faire face à la vulnérabilité pastorale ? *Grain sel*, 73-74: 2 p.
- Barbarin S.M.P., 2019. Etude épidémiologique de la dermatophilose et de la démodécie bovine amayotte et propositions de protocoles de traitement. Thèse doct., Ecole nationale vétérinaire d'Alfort, France, 145 p.
- Boko M., Kosmowski F., Vissin W.E., 2012. Les enjeux du changement climatique au Bénin : Programme pour le dialogue politique en Afrique de l'Ouest. Konrad-Adenauer-Stiftung, Cotonou, Bénin, 65 p.
- Byavu N., Henrard C., Dubois M., François M., 2000. Phytothérapie traditionnelle des bovins dans les élevages de la plaine de la Ruzizi. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 4 (3): 135-156
- Chabi Boum O.B.M., 2011. Pastoralisme dans la Commune de Tchaourou : Organisations, Contraintes et Incidences Environnementales. Mém. maîtrise Géographie, Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin, 87 p.
- Cornu F., Chapon M., Larbodièrre L., 2008. La sécurisation des systèmes fonciers au Mali. Gestion concertée des ressources pastorales et sécurisation du petit élevage, Projet de sécurisation de l'élevage (PROSEL). Agronomes et vétérinaires sans frontières, 14 p.

- CSAO/OCDE, 2008. Notes aux décideurs n 3, Promouvoir et accompagner la transformation du pastoralisme transhumant dans les pays du Sahel et de l'Afrique de l'Ouest, 4 p.
- Dayamba S.D., D'haen S., Coulibaly O.J.D., Korahiré J.A., 2019. Etude de la vulnérabilité des systèmes de production agro-sylvo-pastoraux face aux changements climatiques dans les provinces du Houet et du Tuy au Burkina Faso. *Climate Analytics*, gGmbH, Berlin, 46 p.
- De Haan L.J., Biao G., Fanou J., 1997. Le contexte national et régional : 19-34. In : De Haan L.J., Agriculteurs et éleveurs au Nord Bénin. Ecologie et genre de vie, Karthala, Paris, France, 217 p.
- Dia M.L., Desquesnes M., 2003. Utilisation rationnelle des trypanocides. Fiche technique n°3, CIRDES, Burkina Faso, CIRAD, France, 7 p.
- Djénontin A.J., 2010. Dynamique des stratégies et des pratiques d'utilisation des parcours naturels pour l'alimentation des troupeaux bovins au Nord-est du Bénin. Thèse Doct., Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin, 274 p.
- Djénontin P.J.A., Houinato M., Toutain B., Sinsin B., 2009. Pratiques et stratégies des éleveurs face à la réduction de l'offre fourragère au Nord-est du Bénin. *Sécheresse*, **20** (4): 346-353, doi: 10.1684/sec.2009.0204
- Djohy G., Edja A.H., Djenontin A.J., Houinato M., 2017. Vulnérabilité et dynamiques sociopolitiques d'adaptation des éleveurs transhumants aux perturbations climatiques au Nord du Bénin. In: Les systèmes socio-écologiques en Afrique du nord et de l'ouest face au changement global. Gouvernance, Adaptation, Viabilité et Résilience, CERES, Agadir, Maroc, 260-276
- Djohy G.L., 2015. Rythme climatique et activités pastorales dans la commune de Sinendé. Mém. géographie, Université de Parakou, Bénin, 57 p.
- ENDA / C3D, 2005. Compte rendu de l'atelier de formation de formateurs sur vulnérabilité et adaptation aux changements climatiques, ENDA/C3D, Dakar, Sénégal, 26 p.
- FAO, 2012. La transhumance transfrontalière en Afrique de l'Ouest, Proposition de plan d'action. FAO, Rome, Italie, 146 p.
- GIEC, 2001. Bilan 2001 des changements climatiques, Conséquences, adaptation et vulnérabilité. GIEC, Genève, Suisse, 97 p.
- GIEC, 2013. Changements climatiques 2013 : Les éléments scientifiques. Résumé à l'intention des décideurs. OMM / PNUE, Genève, Suisse, 204 p.
- GIEC, 2014. Changements climatiques 2014 : Incidences, adaptation et vulnérabilité. Résumé à l'intention des décideurs. OMM, Genève, Suisse, 34 p.
- Hounkponou K.S., Bokonon-Ganta E., Nouatin G., Gngangassi C., Ahounou M., 2009. Changements climatiques au Bénin : Vulnérabilité et stratégies d'adaptation, *Agridape*, **24** (4) : 8-10
- Idrissou Y., Seidou A.A., Tossou F. M., Worogo H.S.S., Baco M.N., Adjassin J.S., Assogba B.G.C., et al., 2020. Perception du changement climatique par les éleveurs de bovins des zones tropicales sèche et subhumide du Bénin : comparaison avec les données météorologiques. *Cah. Agric.*, **29** (1): 1-9, doi : 10.1051/cagri/2019032
- Igalens J., 2007. L'analyse du discours de la RSE à travers les rapports de développement durable. *Rev. Finance-Contrôle-Stratégie*, 129-155
- Kate S., Amagnide A., Hounmenou C.G., Hounkpatin E.L.B., Sinsin B., 2015. Changements climatiques et gestion des ressources pastorales en zone agropastorale au Nord Bénin : cas de la commune de Banikoara. *Afr. Sci.*, **11** (4): 201-215
- Kora O., 2006. Monographie de la Commune de Tchaourou. Mission de décentralisation, Bénin, Afrique Conseil, 45 p.
- Ly M., Traore S.B., Alhassane A., Sarr B., 2013. Evolution of some observed climate extremes in the West African Sahel. *Weather Clim. Extrem.*, **1**: 19-25, 10.1016/j.wace.2013.07.005
- Manoli C., 2012. Le troupeau et les moyens de sécurisation des campements pastoraux. Une étude de la gestion des troupeaux de la communauté rurale de Tessekre, dans le Ferlo sénégalais. Thèse Doct., SIBAGHE, Montpellier, France, 189 p.
- Mehouenou J.F., 2020. Coopération transfrontalière : le Bénin et le Burkina Faso en quête d'une approche bénéfique. La Nation Bénin <https://lanationbenin.info/cooperation-transfrontaliere-le-benin-et-le-burkina-faso-en-quete-dune-approche-benefique/> (consulté 25/09/2020)
- Mensah S.E.P., Laurentie M., Salifou S., Sanders P., Mensah G.A., Abiola F.A., Koudandé O.D., 2014. Usage des antibiotiques par les éleveurs bovins au centre du Bénin, quels risques pour la santé publique ? *Bull. Rech. Agron. Bénin*, **75** (1): 1-16
- Ouedraogo D., 2010. Perception et adaptation des éleveurs pasteurs au changement climatique en zones sahélienne, nord et sud soudaniennes du Burkina Faso. Mém. DEA, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 55 p.
- PDC, 2017. Plan de développement communal de Tchaourou. Troisième génération 2017-2021. Ministère de la Décentralisation et de la Gouvernance locale, Bénin, 168 p.
- Salifou B., 2010. Contribution au forum sur la transhumance transfrontalière. Rapport général du forum sous régional sur la transhumance transfrontalière, Gogounou, Bénin, 29-37
- Sanogo T., Ballo A., Garba I., 2016. Vulnérabilité des ressources pastorales face à la variabilité et au changement climatique dans la commune rurale de Tioribougou, Mali. *Cah Centre Béninois Rech Sci Tec*, **10**: 34-59
- Seigneur A., 2011. Méthode d'analyse des discours : l'exemple de l'allocation d'un dirigeant d'entreprise publique. *Rev. Fr. Gest.*, **37** : 29-45, doi: 10.3166/RFG.211.29-45
- Simel O.J., 2010. Le pastoralisme et les défis du changement climatique. In : Pasteurs nomades et transhumants autochtones. L'Harmattan, Paris, France, 61-75
- Tente B.H.A., Toko Imorou I., Lougbegnon T., Boni Y., 2013. Elaboration des cartes nationales et départementales de transhumance au Bénin. Rapport final de consultation, CREDD, Bénin, 24 p.
- Totin Vodounon S.H., Djohy G.L., Amoussou E., Boko M., 2016. Instabilité du régime climatique et dynamique des systèmes pastoraux dans la commune de Sinendé au Nord-Benin. *Rev. Sci. Environ. Univ. Lomé, Togo*, **13**: 158-178
- Touré O., 2015. Rapport de capitalisation des modèles de sécurisation du foncier pastoral en Afrique de l'Ouest. Réseau des organisations d'éleveurs et pasteurs de l'Afrique, 34 p.
- Vieira K., 2019. Utilisation des antibiotiques en élevage bovin laitier : enquête auprès des éleveurs sur les pratiques à risque. Thèse Doct., Université Claude-Bernard, Lyon I, France, 99 p.
- Yahaya Namassa Z., 2014. La transhumance transfrontalière en Afrique de l'Ouest. *Paix Secur. Int.*, **2**: 31-46, doi: 10.25267/Paix_secur_int.2014.i2.02

Summary

Djohy G.L., Sounon Bouko B. Vulnerability and adaptive dynamics of agropastoralists to climate change in the commune of Tchaourou in Benin

Cattle breeding is the main economic activity of the Fulani communities of North-Central Benin. This activity in Tchaourou Commune, with its Southern Sudanese climate with one rainy and one dry season, is very vulnerable to the disastrous effects of climate change. The objective of this study was to assess the perceptions of agropastoralists with regard to climate change, and to analyze their vulnerability and adaptation strategies to face it. The methodological approach was based on the collection of qualitative socio-anthropological data from field surveys. Data from individual interviews, focus groups and direct observations generated sensitivity and vulnerability matrices on the resources and agropastoralists, and allowed to analyze breeders' adaptive practices. The results showed a great similarity of the forms of climate change as perceived by the agropastoralists. These forms included rising temperatures, longer dry season, early ending of the rainy season, and reduced rainfall. These climatic risks led to the early drying up of water points, a reduction in the availability of fodder and the deterioration of animal health through the development of diseases. Faced with this climate instability and its effects, the agropastoralists have developed various strategies to mitigate its impacts. These strategies have shown varied performance depending on their efficacy and should be reinforced by a sectoral policy sensitive to climate risks.

Keywords: cattle, vulnerability, climate change adaptation, Benin

Resumen

Djohy G.L., Sounon Bouko B. Vulnerabilidad y dinámicas adaptativas de los agro pastores a las mutaciones climáticas en la comunidad de Tchaourou en Benín

La cría bovina es la principal actividad económica de las comunidades peules en el centro norte de Benín. Esta actividad en la comunidad de Tchaourou con clima sud sudanés presenta una estación lluviosa y una estación seca, y es muy vulnerable a los efectos desastrosos de las mutaciones climáticas. El presente estudio tuvo por objetivo el de comprender las percepciones de los agro pastores con respecto a las mutaciones climáticas y el de analizar su vulnerabilidad y sus estrategias de adaptación para enfrentarlas. El enfoque metodológico reposó sobre la colecta de datos cualitativos socio-anropológicos a partir de encuestas de campo. Los datos de las entrevistas individuales, de grupos de discusión y de observaciones directas permitieron generar matrices de sensibilidad y de vulnerabilidad de los recursos y de los agro pastores, así como analizar las prácticas adaptativas de estos últimos. Los resultados mostraron una gran similitud de las manifestaciones de las mutaciones climáticas percibidas por los agrocriadores. Estas manifestaciones fueron, entre otras, el aumento de las temperaturas, el prolongamiento de la estación seca, el fin precoz de la estación de lluvias y la baja pluviométrica. Estos riesgos climáticos indujeron a la desecación precoz de los puntos de agua, al agotamiento del forraje disponible y a la degradación del estado sanitario de los animales mediante el desarrollo de patologías. Frente a esta inestabilidad del clima y a sus efectos, los agro pastores desarrollaron diversas estrategias para atenuar los impactos. Estas estrategias demostraron un rendimiento variado según la eficacia y merecen ser reforzadas mediante una política sectorial sensible a los riesgos climáticos.

Palabras clave: ganado bovino, vulnerabilidad, adaptación al cambio climático, Benín

Caractérisation biométrique du Chameau de la steppe (*Camelus dromedarius*) en Algérie

Baïssa Babelhadj^{1,2*} Claude Guintard^{3,4}
Atika Benaïssa² Chantal Thorin⁵

Mots-clés

Camelus dromedarius, steppe, population animale, mensuration corporelle, Algérie

Submitted: 10 July 2020
Accepted: 20 November 2020
Published: 31 March 2021
DOI: 10.19182/remvt.36326

Résumé

Cette étude a été menée sur des dromadaires vivants algériens Naili encore appelés Chameaux de la steppe. L'objectif était de caractériser les mensurations et la barymétrie de cette population qui n'a pas encore été étudiée et de les comparer à deux autres populations algériennes, la Sahraoui et la Targui. L'échantillon comprenait 60 dromadaires, 30 mâles et 30 femelles adultes de plus de cinq ans qui pâturaient dans les régions semi-arides du nord de Biskra en Algérie. Cinq mensurations ont été faites, puis l'indice (de vide) sous-sternal et le poids vif ont été calculés. Les valeurs moyennes ont été respectivement chez les mâles et chez les femelles de 551,2 kg ± 58,7 kg et 482,6 kg ± 60,0 kg pour le poids vif, de 0,92 m ± 0,05 m et 0,83 m ± 0,08 m pour le vide sous-sternal, de 0,92 m ± 0,05 m et 0,88 m ± 0,04 m pour la profondeur thoracique, et de 1,02 ± 0,09 et 0,94 ± 0,11 pour l'indice sous-sternal. Une analyse multivariée a permis de séparer les mâles des femelles et de les comparer aux populations Sahraoui et Targui. Le Chameau de la steppe se différencie nettement de ces populations par sa plus petite taille. Cette étude montre également que les chamelles sont un peu plus petites et moins élancées que les mâles. Cette population rustique est associée à un ensemble de pratiques alimentaires, elles-mêmes liées à la qualité des parcours dont l'influence sur le développement morphologique des animaux a été largement décrite.

■ Comment citer cet article : Babelhadj B., Guintard C., Benaïssa A., Thorin C., 2021. Biometric characterization of the Steppe Camel (*Camelus dromedarius*) in Algeria. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 74 (1): 37-42, doi: 10.19182/remvt.36326

■ INTRODUCTION

Dans les régions arides « le dromadaire est un animal domestique élevé au même titre que d'autres animaux d'élevage (bovins, ovins, caprins, équins, etc.) pour ses productions (lait, viande), mais aussi pour son aptitude au bât » (Guintard et Babelhadj, 2018). « Sa rusticité dans un milieu à faible productivité, son lait, sa viande et son travail sont très appréciés par les éleveurs, dont la vie en dépend dans le désert »

1. Ecole normale supérieure de Ouargla, Algérie.
2. Laboratoire de protection des écosystèmes en zones arides et semi-arides, Université Kasdi Merbah Ouargla, 30000 Ouargla, Algérie.
3. Unité Anatomie comparée, Ecole nationale vétérinaire de l'alimentation et de l'agroalimentaire, 44307 Nantes, France.
4. Groupe d'études remodelage osseux et bioMatériaux (GEROM), Université d'Angers, Unité INSERM 922, LHEA/IRIS-IBS, CHU d'Angers, 49100 Angers, France.
5. Statistique, Unité de pharmacologie, Ecole nationale vétérinaire de l'alimentation et de l'agroalimentaire, 44307 Nantes, France.

* Auteur pour la correspondance
Email : babelhadjbaïssa@gmail.com



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

(Faye, 1997), même si cette espèce est longtemps restée marginale pour les études scientifiques (Narjisse, 1989). En introduction d'un colloque récent sur l'histoire et l'actualité des camélidés d'Afrique et d'Asie, Denis et Digard (2019) rappellent que « les camélidés sont, après la chèvre, les espèces d'herbivores dont le nombre augmente le plus dans le monde, y compris et surtout peut-être hors de leurs régions d'origine ». « L'activité cameline a de tout temps contribué à satisfaire les besoins d'une population pastorale [en zone aride]. Cette activité se déroule dans les vastes étendues des parcours sahariens. En effet, si l'homme du désert a pu survivre dans un milieu où les conditions de vie sont extrêmement difficiles, c'est grâce à ce vaisseau du désert au vu de ses particularités d'adaptation » (Adamou, 2008). Il n'est pas facile de faire un recensement exhaustif des animaux, pour des populations nomades réparties sur de très vastes espaces et dans de nombreux pays (Faye, 2019). Parmi les 97 populations de dromadaires recensées sur la Terre, on en trouve 26 en Afrique dont 10 en Algérie (Harek et al., 2017). En 2017, les effectifs camelins algériens ont été estimés à 381 882 têtes (MADR 2018, in Bettayeb, 2019). La région de Biskra (figure 1) se situe dans le Sahara septentrional, dans l'aire géographique centrale d'élevage camelin en Algérie, et compte près de 5000 têtes (MADR 2015 in Babelhadj, 2017).

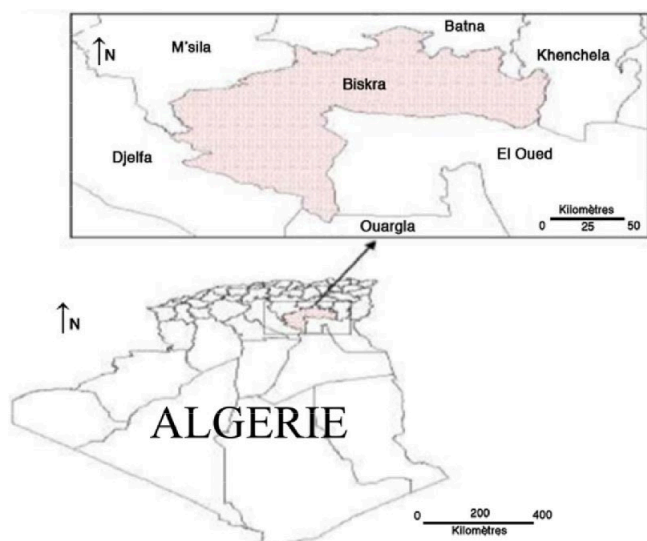


Figure 1 : Région de Biskra, Algérie (DPSB, 2014) // Biskra Region, Algeria (DPSB, 2014)

Ce travail a été conduit dans le cadre d'un programme visant à caractériser et à standardiser les diverses populations locales (HENCHI, 1994 ; MESSAOUDI, 1999 ; BENYUCEF ET AL., 2006 ; OULDAHMED, 2009 ; OULAD BELKHIR ET AL., 2013 ; BABELHADJ ET AL., 2016a). Son but était de comparer et de déterminer les mesures baryométriques à partir d'un corpus homogène d'animaux adultes mâles et femelles appartenant aux dromadaires de la population Naili, encore appelée le Chameau de la steppe (figure 2). Benaïssa (1989) rappelle que ce dromadaire est « utilisé pour le nomadisme rapproché. On le trouve aux limites sud de la steppe ». Harek et al. (2017) classent cette population dans la liste des ressources génétiques traditionnelles confinées dans les zones de steppe et du Sahara. L'absence de bascules à bétail appropriées dans les élevages camélins et les abattoirs rend cette détermination très imprécise. La barymétrie permet cependant d'obtenir des estimations indirectes satisfaisantes du poids vif à partir d'équations simples fortement corrélées au poids. Les formules baryométriques doivent être établies en fonction de la race, du sexe et de l'âge (Graber, 1966 ; Boujenane, 2019).

La population cameline des tribus Ouled Naïl serait très ancienne (XI^e siècle) et pourrait correspondre à un morphotype adapté à des zones steppiques qui traduirait un animal assez petit mais bien conformé et un type peu sélectionné. En ce sens, ce Chameau de la



steppe revêt une importance majeure et, même si ses effectifs ne sont pas énormes, il est intéressant de le caractériser précisément. La race est considérée comme en danger de disparition du fait de ses faibles effectifs (Harek et al., 2017).

■ MATERIEL ET METHODES

Matériel

L'étude a porté sur 60 dromadaires adultes (30 mâles et 30 femelles) appartenant à la population du Chameau de la steppe, dans la région de Biskra en Algérie. Elle a été menée sur des dromadaires âgés de plus cinq ans provenant d'un même parcours semi-aride (steppe) entre octobre et novembre 2019. L'âge individuel de chaque individu n'était pas connu mais, avec la connaissance des éleveurs et les dents des animaux, quatre classes ont été réalisées : les jeunes adultes mâles (appelés ci-après jeunes mâles) entre 5 et 10 ans, et les mâles adultes plus âgés (appelés par la suite mâles adultes) pour les animaux de plus de 10 ans ; les mêmes classes ont été constituées pour les femelles.

Méthode

Pour chaque animal, quatre mesures biométriques ont été réalisées sur le parcours : la hauteur au garrot (HG), la circonférence thoracique (CT), la circonférence abdominale (CA) et le vide sous-sternal (VSS) en mètres (figure 3). Les trois premières mensurations ont permis, à partir de la formule baryométrique de Boue (1949), d'estimer le poids vif (PV) de l'animal : $PV (kg) = 53 \times CT \times CA \times HG$.

Le choix de cette formule a été dicté par le fait qu'elle était très proche de la plupart des formules proposées (Ezzahiri, 1988 ; Benaïssa, 1989) et qu'elle a déjà été appliquée sur les dromadaires du Maghreb avec succès (Babelhadj et al., 2016b) bien qu'elle n'apparaisse pas comme la meilleure formule prédictive (Boujenane, 2019). Les paramètres biométriques ont été mesurés à l'aide d'une toise de 2,5 m pour déterminer HG et la hauteur de poitrine (PT), et d'un mètre ruban rétractable de 5 m avec bouton de verrouillage pour déterminer CT et CA. Le vide sous-sternal a été calculé selon la formule suivante : $VSS = HG - PT$.

L'analyse statistique des données a été réalisée à l'aide du tableur Microsoft Excel et du logiciel libre R (package Factoshiny). Une probabilité $\alpha = 0,05$ a été retenue comme seuil de significativité pour l'interprétation de tous les tests statistiques.

Les séries de données de chaque mesure ont été résumées par les paramètres descriptifs minimum, maximum, moyenne et écart-type

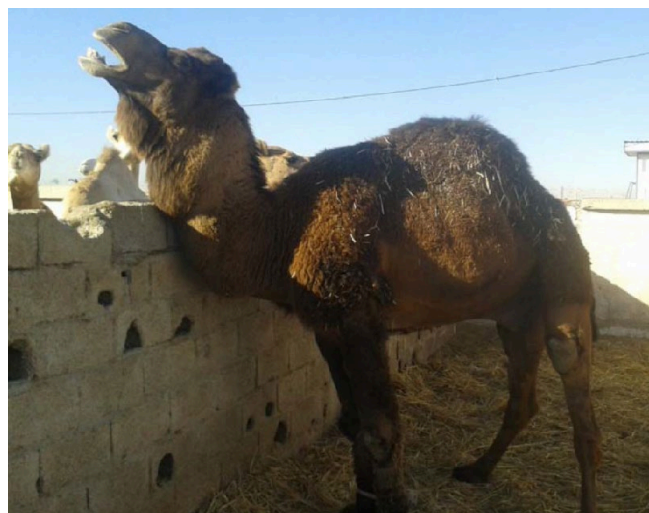


Figure 2 : Chameau de la steppe dans la région de Biskra (Algérie) ; à gauche femelle adulte, à droite mâle adulte // Steppe Camel in Biskra Region, Algeria; on the left adult female, on the right adult male

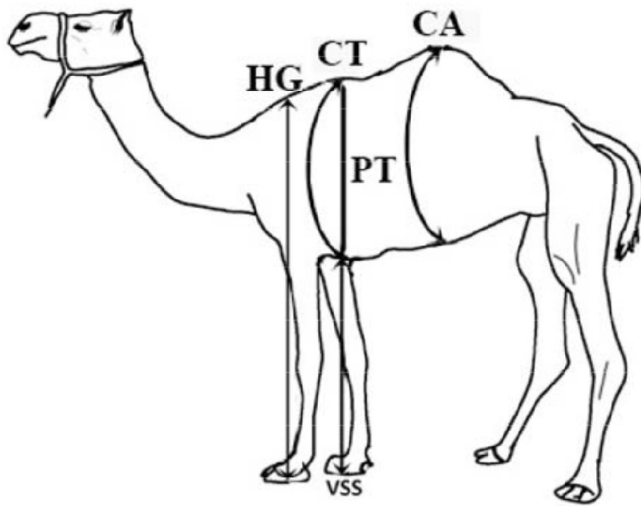


Figure 3 : Mensurations du dromadaire (m) ; HG : hauteur au garrot ; CT : circonférence thoracique ; CA : circonférence abdominale ; PT : profondeur (= hauteur) de poitrine ; vide sous-sternal = HG - PT /// *Dromedary measurements (m); HG: height at withers; CT: chest circumference; CA: abdominal circumference; PT: breast height; substernal void = HG - PT*

séparément pour les mâles et les femelles. Le coefficient de variation (CV) a été également estimé. Le CV est le rapport entre l'écart-type σ et la moyenne μ (Bruno, 1984), ($CV\% = [\sigma/\mu] \times 100$) ; il permet de s'affranchir de l'unité de mesure.

Le dimorphisme sexuel du Chameau de la steppe a été étudié dans un premier temps pour chaque mesure par un test de comparaison des moyennes des femelles et des mâles (test t avec correction de Welch pour corriger l'inégalité des variances éventuelles). Dans un deuxième temps, le dimorphisme a pu être caractérisé par approche multivariée à partir d'une analyse en composantes principales (ACP) qui a permis de réaliser une classification hiérarchique sur les composantes principales (CHCP). Les mesures HG, CA, CT, PT ont été retenues comme variables actives, le sexe et l'âge comme variables qualitatives supplémentaires, et les variables VSS, IGS (indice sous-sternal et PV) comme variables continues supplémentaires.

Enfin, dans le but de comparer le Chameau de la steppe aux populations Targui et Sahraoui déjà abordées dans l'étude de Babelhadj et al. (2016a) et largement présentes en Algérie, une seconde ACP a été réalisée après fusion des bases de données de ces trois populations pour les mesures biométriques communes. La nouvelle ACP ainsi obtenue reposait sur un nombre moindre de variables mais les effectifs étaient identiques dans les trois populations ($n = 60$). Ainsi les variables PV, HG, CT et CA ont été intégrées comme variables actives et la variable synthétique race-sexe comme variable supplémentaire. Les ellipses de confiance à 95 % ont été tracées pour chaque modalité de population et de sexe.

A partir des mesures réalisées, l'indice sous-sternal a été calculé ($IS = [HG - PT] / PT$). Cet indice permet d'apprécier le caractère très élancé ou trapu de l'animal. Plus l'IS est grand, plus l'animal est proportionnellement haut sur pattes et élancé ; au contraire, plus l'IS est petit plus l'animal est ramassé ou trapu.

■ RESULTATS ET DISCUSSION

Les valeurs des mesures biométriques, l'IS et le PV sont regroupés dans le tableau I. Pour l'ensemble des variables, la valeur moyenne des mâles a été plus grande que celle des femelles. A l'exception de la circonférence abdominale au niveau de la bosse (CA) toutes les différences observées ont été statistiquement significatives ($p < 0,05$). La circonférence abdominale intégrant la bosse et le volume des estomacs, sa variabilité a été moins liée à la morphologie des animaux qu'à leur état d'embonpoint et de réplétion des compartiments digestifs.

Les paramètres linéaires ont été très peu variables, aussi bien chez les mâles que chez les femelles avec des coefficients de variation inférieurs à 0,1, ce qui signe une population très homogène. L'indice sous-sternal et le poids vif ont été légèrement plus variables avec un CV proche de ou inférieur à 0,1 mais restaient des paramètres assez peu dispersés (CV max = 0,12). Cette population cameline montre un dimorphisme sexuel clair, avec une HG moyenne des femelles de 1,71 m pour un poids moyen de 482 kg, et des valeurs moyennes respectivement de 1,85 m et 551 kg chez les mâles, ce qui est observé chez pratiquement toutes les espèces de mammifères.

Tableau I : Valeurs mesurées (m) du Chameau de la steppe (Algérie), indice sous-sternal (IS) et poids vif (PV) calculés (kg) /// *Measured values (m) of the Steppe Camel (Algeria), calculated (kg) substernal index (IS) and live weight (PV)*

	HG	CT	CA	PT	VSS	IS	PV
Femelles (n = 30)							
Minimum	1,52	1,86	2,3	0,78	0,71	0,78	374,60
Maximum	1,82	2,2	2,86	0,96	0,98	1,23	595,88
Moyenne	1,71	2,03	2,59	0,88	0,83	0,94	482,59
Ecart-type	0,09	0,09	0,15	0,04	0,08	0,11	59,99
CV	0,05	0,04	0,06	0,05	0,10	0,11	0,12
Mâles (n = 30)							
Minimum	1,65	1,7	2,25	0,75	0,75	0,71	334,50
Maximum	1,9	2,36	2,76	1,05	1,01	1,2	629,09
Moyenne	1,85	2,13	2,63	0,92	0,94	1,02	551,21
Ecart-type	0,06	0,11	0,14	0,05	0,06	0,09	58,71
CV	0,03	0,05	0,05	0,05	0,06	0,09	0,11
p (t-test)	< 0,0001	0,0007	0,3288	0,0022	< 0,0001	0,003	< 0,0001

HG : hauteur au garrot ; CT : circonférence thoracique ; CA : circonférence abdominale ; PT : hauteur de poitrine ; VSS : vide sous-sternal /// *HG: height at withers; CT: chest circumference; CA: abdominal circumference; PT: breast height; VSS: substernal void*

Dimorphisme sexuel et sous-populations

La CHCP réalisée sur les trois premières composantes principales a permis d'identifier quatre classes significativement différents en fonction de leur morphologie. La classe 1 regroupait les « jeunes femelles » (âgées de 5 à 10 ans), la classe 2 les « femelles adultes » (> 10 ans), la classe 3 était un mélange de « femelles adultes » et de « jeunes mâles », et la classe 4 les « mâles adultes » (figure 4). Le mélange des jeunes mâles avec des femelles adultes dans la classe 3 était intéressant à noter car en archéozoologie ce mélange est souvent observé, les squelettes appartenant à ces deux catégories permettant difficilement de porter un diagnostic sur le sexe des restes osseux. Ici, le fait que nous connaissions l'âge et le sexe des animaux pourrait permettre de proposer ce travail comme référentiel en archéozoologie. La contribution de chaque variable à chacune des quatre classes a été reportée dans le tableau II.

Comparaison avec les populations Sahraoui et Targui

Les variables CT et PV ont été très fortement corrélées positivement à l'axe 1 de l'ACP et en étaient les principales contributrices. La CA a contribué également à cet axe. Seule la HG a contribué significativement à l'axe 2. La figure 5 montre clairement que l'organisation interne des trois populations est identique, avec des mâles disposés à droite du facteur 1 de l'ACP (abscisses positives) et des femelles à gauche (abscisses négatives). Dans la mesure où l'axe 1 exprime, de gauche à droite, un gradient du poids vif, on retrouve l'effet du dimorphisme sexuel : les mâles étant plus lourds se situent à droite du plan factoriel tandis que les femelles, plus légères, se placent à gauche, du côté des abscisses négatives. Les trois populations se différencient avant tout sur l'axe 2 de l'ACP ce qui signe une gradation de taille illustrée par la variable HG. Le Targui, en haut du plan factoriel, est le plus grand, le Chameau de la steppe, en bas du plan factoriel, est le plus petit et le Sahraoui a une situation intermédiaire et, de ce fait, proche du centre de gravité. Du fait du dimorphisme sexuel, l'ordonnée du point moyen des mâles est supérieure à celle des femelles.

Ces observations corroborent celles de Harek et al. (2017) qui décrivent la population de la steppe comme étant plus petite et plus légère que les populations Targui et Sahraoui. Ces auteurs rapportent

Tableau II : Répartition des variables chez le Chameau de la steppe (Algérie) dans les quatre classes (classification hiérarchique sur les composantes principales) /// *Distribution of the variables in the Steppe Camel (Algeria) in the four classes (hierarchical clustering and principal component analysis)*

	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
CA	-3,79	2,49	-4,16	4,44
CT	-5,02	-0,671	-1,02	5,24
HG	-4,75	-3,05	2,07	4,31
IS	-0,0761	-2,47	1,95	0,387
PT	-5,05	-0,872	0,328	4,27
PV	-5,43	-0,358	-1,49	5,71
VSS	-2,86	-3,13	2,28	2,77

CA : circonférence abdominale ; CT : circonférence thoracique ; HG : hauteur au garrot ; IS : indice sous-sternal ; PT : hauteur de poitrine ; PV : poids vif ; VSS : vide sous-sternal /// CA : abdominal circumference ; CT : chest circumference ; HG : height at withers ; IS : substernal index ; PT : breast height ; PV : live weight ; VSS : substernal void

pour le Chameau de la steppe une hauteur moyenne (170,5 +/- 18,7 cm) légèrement inférieure à nos résultats (178,2 cm +/- 10,4 cm pour l'ensemble de la population). Dans tous les cas, cette population rustique est en moyenne plus petite de 10 à 15 cm que les Targui et Sahraoui. L'indice sous-sternal est décrit par certains auteurs (Bouchel et al., 1997) comme un indice de gracilité, ou mieux, comme un indice de la « hauteur sur pattes » des animaux (Bourzat et al., 1993). Les mâles de notre échantillon avaient un IS plus grand que les femelles, traduisant un vide en dessous de la cage thoracique plus important. Ces animaux ont donc proportionnellement des extrémités distales des membres (à partir du coude et jusqu'à la phalange distale) plus développées et une cage thoracique moins haute (on disait autrefois moins profonde). Cet IS peut donc à la fois traduire un indice de longipédie et de brépédie. Plus les membres sont proportionnellement longs et moins la cage thoracique est haute, plus cet indice augmente. Avec une HG moyenne de 185 cm pour les mâles et de 171 cm pour les femelles, et un IS moyen de 1,02 pour les mâles et de 0,94 pour les femelles les mâles apparaissent non seulement plus grands, mais

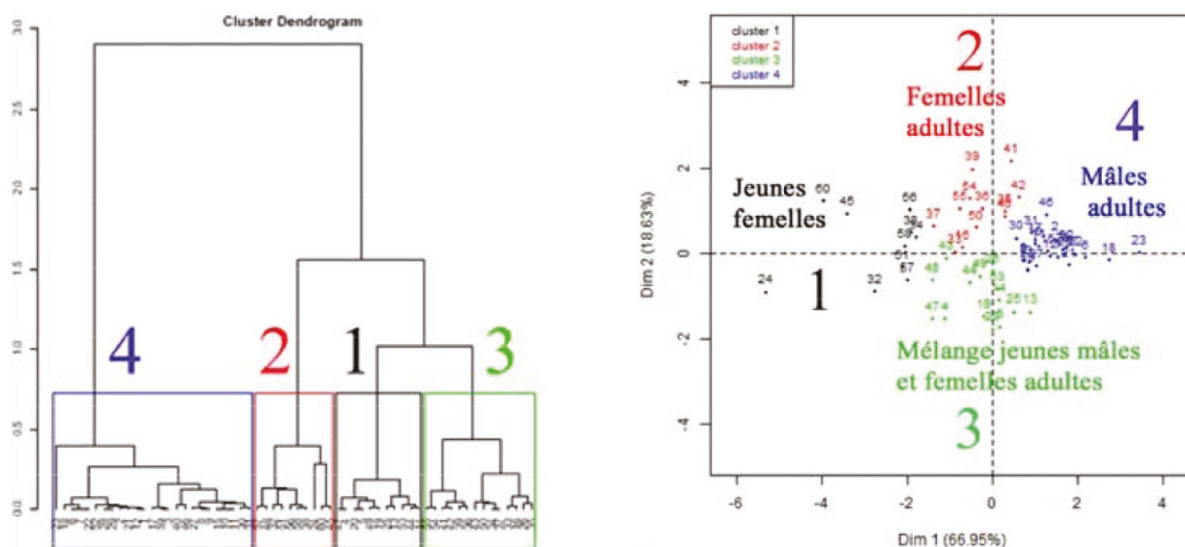


Figure 4 : Répartition du Chameau de la steppe (Algérie) en 4 classes à l'aide d'une classification hiérarchique sur les composantes principales (7 variables, 60 individus) ; gauche : arbre hiérarchique ; droite : projection des individus des 4 classes sur le plan factoriel principal /// *Distribution of the Steppe Camel (Algeria) into 4 classes by hierarchical clustering and principal component analysis (7 variables, 60 individuals)*; left: hierarchical tree; right: projection of the individuals of the 4 classes on the main factorial plane

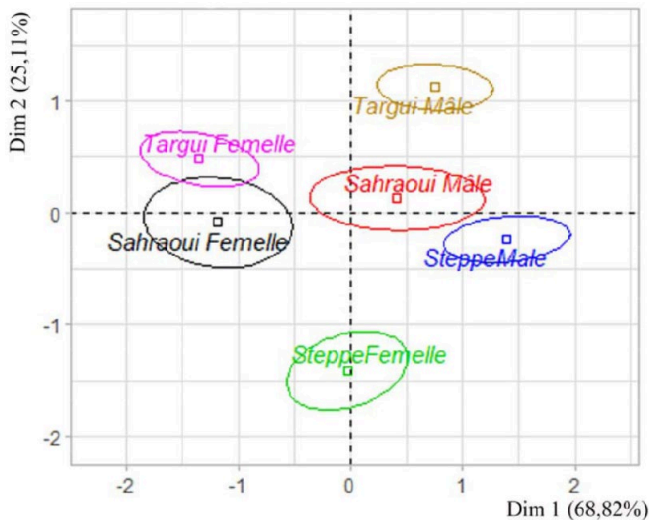


Figure 5 : Position du Chameau de la steppe (Algérie) par rapport aux populations Sahraoui et Targui ; analyse en composantes principales : 4 variables, 60 individus de la steppe, 60 Sahraoui et 60 Targui // Position of the Steppe Camel (Algeria) in relation to the Sahrawi and Targui populations; principal component analysis: 4 variables, 60 steppe individuals, 60 Sahrawi and 60 Targui

aussi plus élancés que les femelles avec des membres allongés mieux adaptés à de grandes enjambées. Alors que les études ostéométriques dans les populations de dromadaires montrent que les femelles sont plus graciles d'un point de vue osseux que les mâles (Babelhadj et al., 2016a ; 2016b ; Babelhadj, 2017 ; Guintard et Babelhadj, 2018), on montre ici que les femelles sont plutôt plus trapues que les mâles, même si elles sont plus petites et moins lourdes. On comprend dès lors que parler, pour l'indice sous-sternal d'indice de gracilité n'est pas forcément adapté.

Cette population du Chameau de la steppe constitue avant tout un écotype de petit format adapté à des conditions d'aridité importante, montrant davantage une adaptation locorégionale à un biotope qu'une réelle race domestique différente. Toutefois, ce processus constitue bien sûr le point de départ classique vers la raciation.

■ CONCLUSION

Cette étude a permis de mieux caractériser la population Naili (Chameau de la steppe) d'un point de vue biométrique. Cette population très ancienne est encore mal documentée ; il resterait de nombreux travaux à mener, comme par exemple des analyses ostéométriques. Sa petite taille, comparée à celle des populations Sahraoui et Targui, mais aussi ses effectifs réduits en font une population fragile qu'il conviendrait de considérer avec bienveillance si l'on ne veut pas que dans les décennies à venir elle disparaisse, avant même d'avoir fait l'objet de travaux d'approfondissement (caractérisation génétique, intérêt zootechnique, entre autres). Cette population est avant tout utilisée pour le transport en zone aride, car elle vit dans les régions des grands élevages de petits ruminants où il y a beaucoup de déplacements, et où elle aide à porter les charges des familles de bergers.

Remerciements

Les auteurs remercient Revathi Nair (University of Saskatchewan, Canada) pour son aide à la traduction du résumé en anglais, ainsi que Belkhir Babelhadj qui a réalisé le fond de la figure 2. Ils remercient également Ana Guintard qui a réalisé la CHCP et Faustine Brun qui a mis en forme la carte de Biskra (figure 1).

Déclaration des contributions des auteurs

BB a participé à la conception et à la planification de l'étude ; CG a recueilli les données et rédigé le manuscrit ; CT a effectué les analyses statistiques ; AB a révisé le manuscrit.

Conflits d'intérêts

Ce travail a été réalisé sans conflit d'intérêts.

REFERENCES

- Adamou A., 2008. L'élevage camelin en Algérie : Système à rotation lente et problème de reproduction, profils hormonaux chez la chamelle Chaabi. Thèse Doct., Université Badji Mokhtar- Annaba, Algérie, 247 p.
- Babelhadj B., Adamou A., Tekkouk-Zemmouchi F., Benaissa A., Guintard C., 2016a. Etude biométrique de dromadaires de 2 populations algériennes : la Saharaoui et la Targui (*Camelus dromedarius*, L.). *Livest. Res. Rural Dev.*, **28** : 30
- Babelhadj B., Adamou A., Thorin C., Tekkouk-Zemmouchi F., Benaissa A., Guintard, C., 2016b. Etude ostéo-biométrique comparée des « races » camelines Saharaoui et Targui (*Camelus dromedarius* L., 1758). *Rev. Med. Vet.*, **167** (3-4) : 77-92
- Babelhadj B., 2017. Ostéo-biométrie et structure osseuse des métapodes de dromadaire (*Camelus dromedarius* L, 1758) : étude comparée de deux populations, Saharaoui et Targui. Thèse Doct., Université Kasdi Merbah, Ouargla, Algérie, 202 p.
- Benaissa R., 1989. Le dromadaire en Algérie. *CIHEAM – Opt. Med., Série A Sémin.*, **2** : 19-28
- Benyoucef M.T., Bouzegag B., 2006. Résultats d'étude de la qualité de la viande de deux races camelines (Targui et Saharaoui) à Ouargla et Tamanrasset (Algérie). *Ann. Instit. natl agron. El Harrach*, **27** (1-2) : 37-53
- Bettayeb A., 2019. Etude bibliométrique de la camélogie en Algérie, Master académique, Université Kasdi Merbah, Ouargla, Algérie, 83 p.
- Bouchel D., Lauvergne J.J., Guibert E., Minvielle F., 1997. Etude morpho-biométrique de la chèvre du Rove, l Hauteur au garrot (HG), profondeur du thorax (PT), Vide sous-sternal (VSS) et indice de gracilité sous-sternal (IGs) chez les femelles. *Rev. Med. Vet.*, **148** (1) : 37-46
- Boue A., 1949. Essai de barymétrie chez le dromadaire Nord-africain. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **1** (3) : 3-16, doi : 10.19182/remvt.6857
- Boujenane, I., 2019. Comparison of body weight estimation equations for camels (*Camelus dromedarius*). *Trop. Anim. Health Prod.*, **51**: 1003–1007, doi: 10.1007/s11250-018-1771-8
- Bourzat D., Souvenir Zafindrajaona P., Lauvergne J.J., Zeuh V. 1993 A morpho-biometric comparison between goats from Northern Cameroon and Chad. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **46** (4) : 667-674, doi : 10.19182/remvt.9423
- Bruno S., 1984. Biostatistique. Chicoutri, Québec, Canada, 850 p.
- DPSB, 2014. Monographie de la willaya de Biskra. Ed. Direction de planification et de suivi budgétaire, Biskra, Algérie, 208 p.
- Denis B., Digard J.P. 2019. Présentation : quel avenir pour les chameaux et les dromadaires en Afrique, en Asie... et ailleurs ? In : Histoire et actualité des Camélidés d'Afrique et d'Asie, *Ethnozootecnie* **106** : 5
- Ezzahiri A., 1988. Les races de dromadaires élevées dans la zone de Ouarzazate. www.tarbiatalsiba.com/elevagecamelin/les-races-des-dromadaires-lev-es-dans-la-zone-de-ouarazate.pdf
- Faye B., 1997. Guide de l'élevage du dromadaire. CIRAD-EMVT, Montpellier, France, 126 p.
- Faye B., 2019. L'économie cameline au XXI^e siècle : situation et perspectives. In : Histoire et actualité des Camélidés d'Afrique et d'Asie. *Ethnozootecnie* (106) : 51-57
- Graber M., 1966. Study of the parasitic action of Thiabendazole on some helminths of domestic animals under some African conditions. II. Dromedary. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **19** (4): 527-543, doi: 10.19182/remvt.7388
- Guintard C., Babelhadj B., 2018. Morphotypes et force animale développée. Comparaison de deux populations de dromadaires algériens : la Saharaoui et la Targui (*Camelus dromedarius*, L.). In : Animal source d'énergie, Enquêtes dans l'Europe pré-industrielle, Guizard F., Beck C. (Dir.), Presses Universitaires de Valenciennes, France, 133-147
- Harek D., Ikhlef H., Bouhadad R., Sahel H., Cherifi Y., Djellout N., Khelifa Chelhi S., et al., 2017. Genetic diversity status of Camel's resources (*Camelus dromedarius* Linnaeus, 1758) in Algeria. *Gen. Biodiv. J.*, **1** (1) : 43-65

Biometrical characterization of the Steppe Camel

- Henchi B., 1994. Le dromadaire en Tunisie, Importance actuelle et perspective d'avenir. *Rev. Med. Vet.*, **145** (8-9) : 629-632
- Messaoudi B. 1999. Point de situation sur l'élevage camelin en Algérie. Les premières journées sur la recherche cameline Ouargla, Algérie, 25-27 mai 1999, 13-14
- MADR, 2011. Etat des lieux de l'élevage des camélidés dans les zones arides et semi-arides. Workshop international sur « L'effet du changement climatique sur l'élevage et la gestion durable des parcours dans les zones arides et semi-arides du Maghreb », Université de Ouargla, Algérie

- Narjisse H., 1989. Nutrition et production laitière chez le dromadaire. *Opt. Med., Série Sémin.*, **2** : 165 p.
- Oulad Belkhir A., Chehma A., Faye B., 2013. Phenotypic variability of two principal Algerian camel's populations (Targui and Sahraoui). *Emir. J. Food Agric.*, **25** (3) : 231-237, doi : 10.9755/ejfa.v25i3.15457
- Ouldahmed M., 2009. Caractérisation de la population des dromadaires (*Camelus dromedarius*) en Tunisie. Thèse Doct., Institut National Agronomique de Tunisie, Carthage, Tunisie, 172 p.

Summary

Babelhadj B., Guintard C., Benaissa A., Thorin C. Biometric characterization of the Steppe Camel (*Camelus dromedarius*) in Algeria

This study was carried out on living Algerian Naili camels, also called Steppe Camels. The objective was to characterize the measurements and the body weight estimated from these measurements of this population which has not yet been studied, and to compare them to two other Algerian populations, the Sahrawi and the Targui. The sample consisted of 60 adult camels, 30 males and 30 females, over five years old grazing in the semi-arid regions north of Biskra in Algeria. Five measurements were taken, then the substernal (void) index and the live weight were calculated. The mean values for males and females were 551.2 kg \pm 58.7 kg and 482.6 kg \pm 60.0 kg for the body weight, 0.92 m \pm 0.05 m and 0.83 m \pm 0.08 m for the substernal void, 0.92 m \pm 0.05 m and 0.88 m \pm 0.04 m for the thoracic depth, and 1.02 \pm 0.09 and 0.94 \pm 0.11 for the substernal index, respectively. A multivariate analysis was used to separate males from females and compare them to the Sahrawi and Targui populations. The Steppe Camel is clearly differentiated from these populations by its smaller size. This study also shows that females are slightly smaller and less slender than males. This hardy population is associated with a set of feeding practices, themselves linked to the quality of the rangelands, whose influence on the body development of the animals has been extensively described.

Keywords: *Camelus dromedarius*, steppes, animal population, body measurements, Algeria

Resumen

Babelhadj B., Guintard C., Benaissa A., Thorin C. Caracterización biométrica del Camello de la estepa (*Camelus dromedarius*) en Argelia

El presente estudio se llevó a cabo en dromedarios vivos argelinos Naili, también llamados camellos de la estepa. El objetivo fue de caracterizar las medidas corporales y la barimetría de esta población que aún no ha sido estudiada, y de compararlas a otras dos poblaciones argelinas, la Sahraoui y la Targui. La muestra incluyó 60 dromedarios, 30 machos y 30 hembras adultos de más de cinco años que pastoreaban en las regiones semiáridas del norte de Biskra en Argelia. Se hicieron cinco mediciones, luego se calcularon el índice (de vacío) substernal y el peso vivo. Los valores promedio fueron respectivamente, en los machos y en las hembras, de 551,2 kg \pm 58,7 kg y 482,6 kg \pm 60,0 kg para el peso vivo, de 0,92 m \pm 0,05 m y 0,83 m \pm 0,08 m para el vacío substernal, de 0,92 m \pm 0,05 m y 0,88 m \pm 0,04 m para la profundidad torácica, y de 1,02 \pm 0,09 y 0,94 \pm 0,11 para el índice substernal. Un análisis multivariado permitió separar los machos de las hembras y compararlos a las poblaciones Sahraoui y Targui. El Camello de la estepa se diferencia netamente de estas poblaciones por su tamaño más pequeño. Este estudio muestra igualmente que las camellas son un poco más pequeñas y menos esbeltas que los machos. Esta población rústica está asociada a un conjunto de prácticas alimenticias, a su vez relacionadas a la calidad de los trayectos cuya influencia sobre el desarrollo morfológico de los animales a sido ampliamente descrita.

Palabras clave: *Camelus dromedarius*, estepas, población animal, medición del cuerpo, Argelia

Effets de la complémentation à base de Vitanimal sur les performances laitières et économiques des vaches Borgou au Bénin

Léopold Sènouwa Guidimê ^{1*} Habirou Imorou Sidi ³
 André Jonas Djènontin ¹ Byll Orou Kpérou Gado ²
 Sévérin Babatoundé ³

Mots-clés

Bovin, vache laitière, alimentation des ruminants, complément alimentaire pour animaux, production laitière, Bénin

Submitted: 24 April 2020
 Accepted: 16 October 2020
 Published: 1 March 2021
 DOI: 10.19182/remvt.36322

Résumé

L'objectif principal était d'évaluer l'impact d'un complément alimentaire, le Vitanimal (mélange de coques et de tourteau de coton), sur les performances laitières des vaches Borgou dans un contexte de rareté du fourrage en saison sèche et de réduction de la mobilité pastorale. L'évaluation a concerné un troupeau de 15 vaches ayant eu au moins deux mises bas à la Ferme d'élevage de l'Okpara. Les animaux ont été répartis en trois lots : le lot 1, lot témoin, a bénéficié uniquement du fourrage des parcours naturels et artificiels de la ferme, de pierres à lécher et d'eau *ad libitum* ; les lots 2 et 3 ont bénéficié de la même alimentation que les témoins avec en plus respectivement 2 et 4 kg du complément alimentaire. Les quantités de lait produites et les refus du complément ont été collectés et quantifiés chaque jour pendant 90 jours. Les analyses ont montré des différences significatives ($p < 0,05$) pour l'ingestion du complément alimentaire entre les lots 2 et 3, et pour les refus qui ont été plus importants dans le lot 3. Le Vitanimal a eu des effets significatifs sur les performances des vaches. Les productions journalières de lait ont été de $0,76 \pm 0,35$ kg, $1,04 \pm 0,35$ kg et $1,16 \pm 0,46$ kg respectivement pour les lots 1, 2 et 3. Ces quantités ont augmenté avec la quantité de complément servie. Toutefois, la ration du lot 2 a été plus rentable, soit 75 % de taux de rentabilité contre 25 % pour le lot 3.

■ Comment citer cet article : Guidimê L.S., Imorou Sidi H., Djènontin A.J., Kpérou Gado B.O., Babatoundé S., 2021. Effects of Vitanimal-based supplementation on dairy and economic performances of Borgu cows in Benin. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 74 (1) : 43-48, doi: 10.19182/remvt.36322

■ INTRODUCTION

Au Bénin, l'élevage des ruminants connaît comme dans tous les pays d'Afrique de l'Ouest un essor important. Il représente le second champ d'activité du secteur agricole du pays avec un effectif estimé en 2016 à 2 339 000 bovins, 1 836 000 ovins, 1 836 000 caprins et 466 000 porcins (FAOSTAT, 2018). L'apport de cet élevage à la production alimentaire du Bénin est estimé à 23 431 000 tonnes de viande et d'abats, 12 522 tonnes d'œufs et 107 310 litres de lait par an

(Countrystat, 2015). La valeur du capital bétail béninois était estimée en 2011 à environ 265 milliards de francs CFA. Les apports de l'élevage des bovins dominent très largement ceux des autres productions animales. La composition des troupeaux de bovins se caractérise par une prédominance des femelles (75 % de vaches, génisses et velles), dénotant la vocation laitière et de reproduction des élevages, principalement de type transhumant. Dans la zone tropicale, la production laitière permise par l'élevage sur les pâturages est très fortement conditionnée par la disponibilité saisonnière et la valeur nutritive des fourrages (Breman et Sissoko, 1998 ; Penning de Vries et Djiteye, 1991). La production du troupeau est alors influencée par la disponibilité dans le temps des ressources fourragères et hydriques (Djènontin et al., 2004). La satisfaction des besoins alimentaires du bétail dans les systèmes traditionnels d'élevage dépend directement et presque exclusivement de l'existence de pâturages accessibles aux troupeaux (Sinsin, 1993). Les pâturages dans le nord-est du Bénin sont dégradés, ont une faible productivité et une valeur pastorale faible, ce qui induit la mobilité des troupeaux à la recherche de ressources alimentaires. Ces déplacements occasionnent des conflits entre agriculteurs et éleveurs pouvant engendrer des pertes de vies humaines.

1. Laboratoire d'écologie, santé et production animales (LESPA), Faculté d'agronomie (FA), Université de Parakou (UP), 01 BP 123, Parakou, Bénin.

2. Ferme d'élevage de l'Okpara (FEO), Direction de l'élevage (DE), Parakou, Bénin.

3. Laboratoire de zootechnie (LZ) / Faculté des sciences agronomiques (FSA) / Université d'Abomey-Calavi (UAC)

* Auteur pour la correspondance

Tél. : +229 66333256 / 67757024 ; email : lguidime@gmail.com



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

Pour pallier le déficit alimentaire, minimiser les dépenses énergétiques des animaux lors des déplacements et prévenir les conflits avec les agriculteurs, les éleveurs s'orientent vers la sédentarisation avec une distribution de compléments alimentaires. Ces compléments constituent une catégorie de ressources alimentaires non négligeables pour le bétail. Les performances de production de lait des vaches complémentées avec du Vitanimal, un nouvel aliment commercial, ont à cet effet été étudiées. C'est un mélange compact de tourteau et de coques de graines de coton. Très cellulosique (30–40 %) en raison des coques, protéiné (20–28 %) de par sa contenance en tourteau, il est recommandé pour l'alimentation des ruminants. Produit sous forme de pellets, sa manipulation, son stockage et sa conservation sont aisés. L'expérimentation en station visait à préciser les quantités adéquates à distribuer pour une production optimale de viande et de lait.

■ MATERIEL ET METHODES

Milieu d'étude

L'étude a été menée sur la Ferme d'élevage de l'Okpara située à 2° 39' et 2° 53' E, 9° 6' et 9° 21' N dans la commune de Tchaourou au Bénin (figure 1). Le climat y est de type soudanien avec une alternance entre saison pluvieuse (juin à septembre) et saison sèche (décembre à mars). Le passage d'une saison à l'autre est marqué par une période de transition (avril à mai et octobre à novembre). La moyenne annuelle des précipitations était de 1125 millimètres (variant entre 858 et 1400 mm) entre 1999 et 2014. Les températures moyennes de 25,3–30,5 °C varient très peu au cours de l'année, élevées en mars et avril, basses en décembre et janvier.

Caractéristiques de l'élevage

La Ferme d'élevage de l'Okpara est une ferme étatique qui abrite plusieurs races bovines séparées par classes d'âges, par sexe, et élevées suivant un système semi-intensif. Les animaux sont conduits au pâturage dans la journée par les bouviers peuls pour une durée moyenne de sept heures où ils profitent de leur aliment de base, le fourrage. Au retour, ils sont repartis dans des étables construites en dur ou dans des

parcs munis de grillage, et ils bénéficient d'eau, de pierres à lécher et accessoirement de compléments alimentaires notamment les vaches lactantes et les animaux faibles. Une bonne partie de leur abreuvement est assurée par un château d'eau construit sur la ferme et l'autre partie par les effluents de la rivière Okpara dont la ferme tire son nom, lors des différents déplacements des animaux au cours du pâturage. La ferme dispose d'un pédiluve et d'un pèse-bétail pour les opérations de déparasitage externe et de pesée des animaux. Les jeunes bovins sont exemptés de longs déplacements : les plus petits sont gardés enfermés dans les parcs à veaux alors que ceux proches du sevrage pâturent dans les alentours immédiats de la ferme en attendant le retour des génitrices. La reproduction est principalement basée sur la monte, organisée par le responsable spécialisé, en des périodes précises (janvier-février et août-octobre) avec enregistrement des dates de saillie et de mise bas. Les vêlages sont également enregistrés grâce au centre d'insémination annexé à la ferme. Les veaux à la naissance se voient attribuer une fiche de suivi où est inscrit le numéro de parc, le numéro de boucle de la mère, la date et l'année de naissance, le sexe, le poids à la naissance et le poids à âge type. Le bien-être des animaux est assuré par un programme de prophylaxie sanitaire et médicale qui implique le nettoyage régulier des étables, des parcs, des mangeoires, des abreuvoirs et la vaccination des animaux contre diverses pathologies. Des dispositifs de rotulages et des pédiluves sont également installés respectivement aux entrées de la ferme et des étables.

Troupeau expérimental

Les travaux ont porté sur la race Borgou autour de laquelle se font tous les programmes de recherche, de conservation et d'amélioration à la Ferme de l'Okpara. Les animaux ont été choisis suivant des critères prédéfinis, notamment le numéro de lactation. Les vaches ainsi retenues étaient celles ayant eu au moins deux lactations. Elles ont ensuite été réparties en trois lots de cinq vaches de manière à équilibrer les lots du point de vue d'une production moyenne de lait initiale (production sans complémentation).

Le troupeau était conduit aux pâturages composés de *Panicum maximum*, de *Brachiaria*, d'*Aeschynomene histrix* et de *Stylosanthes*

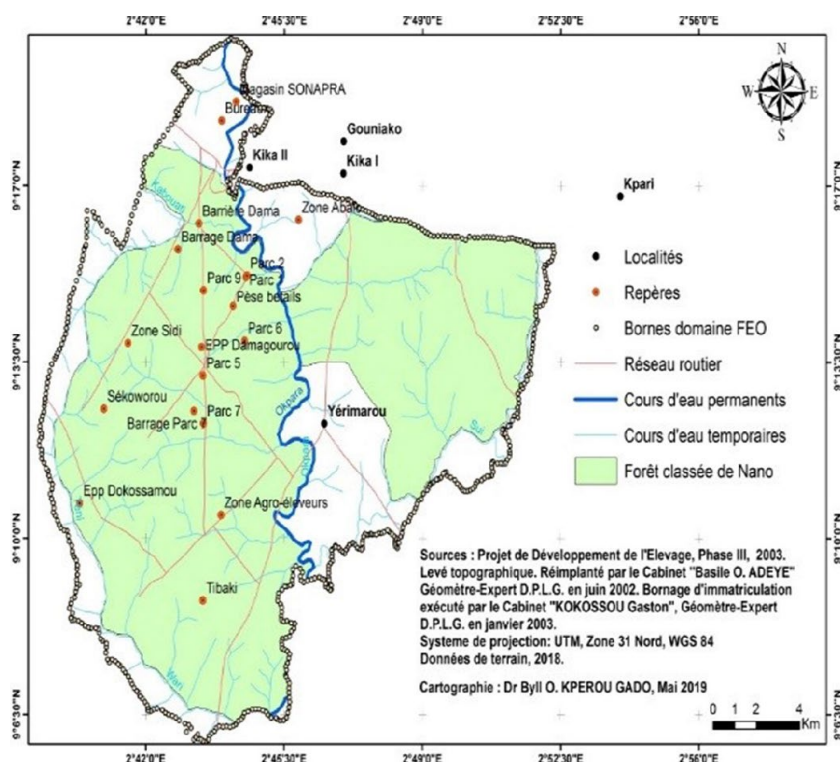


Figure 1 : Domaine de la Ferme d'élevage de l'Okpara au Bénin // Okpara Breeding Farm estate in Benin

chaque jour pour une durée moyenne de sept heures. La distribution de la ration journalière du Vitaminal a été faite en deux temps : très tôt le matin à 5 h où les animaux recevaient la moitié de la ration journalière et l'autre moitié le soir au retour du pâturage. Les vaches étaient gardées dans des loges individuelles où le complément leur était servi. Les vaches témoins (lot 1) étaient gardées dans un autre parc. Les quantités servies ont été de 2 et 4 kg de Vitaminal respectivement dans les lots 2 et 3. Les refus ont été quantifiés. Les vaches ont eu de l'eau et de la pierre à lécher *ad libitum*. Des analyses de laboratoire sur la composition chimique et la valeur alimentaire (nutritionnelle) ont été effectuées sur un échantillon du complément alimentaire. Des coupes sur les aires pâturées par les animaux ont été faites toutes les deux semaines afin d'estimer la biomasse fourragère dans le temps.

Collecte des données

La collette du lait se faisait chaque jour, en traite unique, tôt le matin à 7 h en présence du veau afin de stimuler la chute du lait après le suçon des trayons. Une certaine quantité leur était tout de même laissée. Les vaches des trois lots étaient traitées de la même manière, par un même bouvier durant toute l'expérimentation. Le lait du soir était entièrement réservé aux veaux en vue d'une bonne croissance en raison des objectifs de conservation de la race assignés à la ferme. Le lait trait était ensuite pesé à l'aide d'un peson électronique de 20 kg \pm 10 g. Les données ont été enregistrées pendant 90 jours en les reliant au numéro d'identification des vaches. Une période tampon de quinze jours avant la collecte proprement dite des données a été observée pour tenir compte d'éventuelles réactions des animaux vis-à-vis du nouvel aliment.

Calcul des paramètres zootechniques

L'ingestion a été calculée à partir de la formule :

$$\text{Ingestion (kg/jour)} = \text{Quantité d'aliment distribuée (kg/jour)} - \text{Refus (kg/jour)}$$

L'indice de consommation (IC) a été calculé à partir de la formule :

$$\text{IC} = \text{Quantité d'aliment ingérée (kg)} / \text{Production (kg)}$$

Analyses statistiques

Les statistiques descriptives (moyenne et écart-type) ont été calculées pour les données sur l'ingestion, et les performances pondérales et laitières, avec le logiciel Minitab en utilisant principalement les analyses de variance (Anova) à un facteur. Les valeurs moyennes ont été comparées entre elles avec le test de Student Newman Keuls au seuil de 5 %. Les probabilités de signification associées aux valeurs de Fisher ont été calculées.

■ RESULTATS

Composition chimique

Le Vitaminal a été analysé en laboratoire et sa composition chimique a été la suivante : matière sèche analytique 96,02 % ; cendres totales 7,24 % ; matière organique 92,06 % ; matière azotée totale 24,39 % ; cellulose brute 35 % ; fibre au détergent neutre (FDN) 41 ; cellulose brute 38. Ces valeurs sont élevées pour la matière azotée totale, la matière organique, et très basses pour les cendres. La cellulose brute indique sa grande contenance en fibres, idéale pour le bon fonctionnement du rumen.

Valeur alimentaire et digestibilité

Les valeurs nutritives du Vitaminal ont été les suivantes : digestibilité de la matière organique à la cellulase (dMOc) 67,61 ; valeurs

énergétiques, unité fourragère lait (UFL) 1,14 et unité fourragère viande 0,95 ; matière azotée digestible (MAD) 191,38 g/kgMS et MAD/UFL 167,87. Elles ont montré une digestibilité satisfaisante (dMOc > 60 %), des données énergétiques élevées, dénotant un aliment très riche en énergie, et une MAD très élevée (> 120 g). Il en était de même du rapport MAD/UFL supérieur à la valeur minimale préconisée par Boudet (1991) pour la ration des bovins destinés à l'engraissement. La valeur de la dMOc au-dessus de la moyenne traduit sa dégradabilité rapide au niveau du rumen ainsi que sa digestibilité facile.

Biomasse des pâturages artificiels à *Panicum maximum*

Le fourrage sur les pâturages à *Panicum maximum*, *Brachiaria*, *Aeschynomene histrix* et *Stylosanthes* exploités par le troupeau a évolué pendant la période de l'expérimentation. La biomasse fourragère de *P. maximum* a considérablement baissé au fur et à mesure que la saison sèche devenait rude. Les valeurs de production ont varié de 3900 kg de matière sèche (MS)/ha mi-janvier à 2383 kg de MS/ha fin février. Cette tendance a eu des répercussions sur les performances des animaux.

Ingestion alimentaire

Durant les quatre premières semaines de l'étude, le fourrage était disponible et facilement accessible aux vaches des différents lots. De la quatrième semaine à la fin de l'expérimentation, les pâturages se sont dégradés avec l'évolution de la saison sèche. L'ingestion volontaire au pâturage de tous les lots d'animaux en expérimentation a donc évolué d'une période à l'autre. L'ingestion du complément alimentaire par les vaches des lots 2 et 3 est consignée dans le tableau I. Elle a été forte, très proche de la totalité des quantités servies au niveau des deux lots bénéficiaires. Les analyses statistiques ont révélé cependant une différence significative ($p < 0,05$) de l'ingestion et des refus du complément d'un lot à l'autre. Ces refus ont été plus importants chez les vaches du lot 3 recevant une quantité supérieure (4 kg/jour) de complément. La limite de la capacité d'ingestion pour le lot 3 peut expliquer ce résultat.

Evolution et performances de la production de lait

La production laitière des vaches durant les 90 jours d'expérimentation a évolué différemment selon les lots (figure 2). La production laitière journalière des lots 1, 2 et 3 a été respectivement de 0,76 \pm 0,35 kg, 1,04 \pm 0,35 kg, et 1,16 \pm 0,46 kg en moyenne et en traite unique (différences significatives, $p < 0,005$). La production laitière moyenne journalière du lot 1 a graduellement diminué dans le temps. Chez les vaches des lots 2 et 3, en revanche, la production s'est très nettement démarquée de celle du lot 1 en augmentant de façon graduelle. La forte production enregistrée pour les lots 2 et 3 pourrait s'expliquer par l'apport du complément. La production a été cependant sensiblement plus importante pour le lot 3, ayant reçu deux fois plus de complément (4 kg par jour), que le lot 2.

Tableau I : Ingestion quotidienne du Vitaminal par les vaches Borgou au Bénin /// *Daily intake of Vitaminal by Borgou cows in Benin*

	Quantité distribuée (kg/j)	Quantité moyenne consommée (kg/j)	Refus moyen (kg/j)
Lot 2	2	1,99 ^b	0,01 ^a
Lot 3	4	3,87 ^a	0,12 ^b

^{a,b} Les valeurs suivies de lettres différentes dans la même colonne sont significativement différentes /// ^{a,b} Values followed by different letters in the same column are significantly different

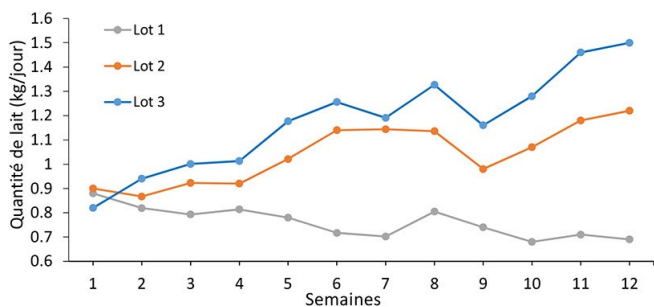


Figure 2 : Evolution de la production laitière à la Ferme d'élevage de l'Okpara au Bénin /// Evolution of milk production at the Okpara Breeding Farm in Benin

Indice de consommation

Les valeurs de l'indice de consommation alimentaire ont varié selon la ration de complément (figure 3), avec une tendance à la baisse, surtout pour le lot 3. Elles ont été de 1,9 et 3,4 en moyenne respectivement pour les lots 2 et 3. Pour une quantité double de Vitanimal reçue, le lot 3 n'a donc pas fourni une quantité de lait proportionnelle, voire double de celle du lot 2. Les analyses statistiques montrent une différence significative ($p < 0,05$) entre les IC des lots. Les vaches du lot 2 ont davantage converti le complément alimentaire en lait que celles du lot 3.

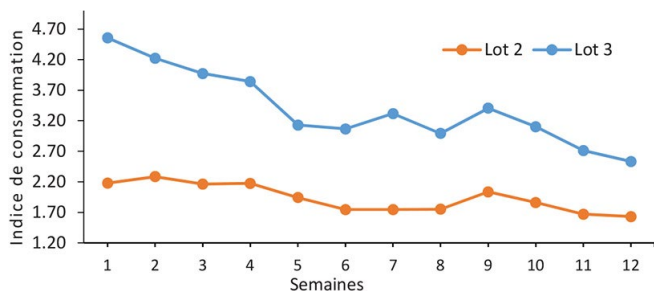


Figure 3 : Indice de consommation des bovins = [quantité aliment ingérée (kg) / production lait (kg)], Ferme d'élevage de l'Okpara au Bénin /// Cattle consumption index = [quantity of feed ingested (kg) / milk production (kg)], Okpara Breeding Farm

Performances économiques du Vitanimal et marge financière

Le tableau II renseigne sur les profits réalisés avec l'utilisation du Vitanimal. Son ingestion par les vaches a permis d'obtenir un surplus de production de 0,56 et 0,80 kg de lait par jour et par vache respectivement pour les lots 2 et 3 par rapport au lot 1 en considérant

Tableau II : Performances économiques du Vitanimal donné à des vaches Borgou au Bénin /// Economic performance of Vitanimal served to Borgou cows in Benin

	Aliment distribué (kg)	Coût aliment (FCFA)	Quantité lait traite unique (kg)	Performance aliment (kg/jour) ¹	Valeur économique vente lait (FCFA) ²	Marge nette (FCFA) ³	Taux rentabilité (%)
Lot 1	—	—	0,76	—	—	—	—
Lot 2	2	160	1,04	0,56	280	120	75
Lot 3	4	320	1,16	0,80	400	80	25

¹ Différence de lait obtenu dans les lots 2 et 3 (complémentés) et le lot témoin ; la valeur obtenue est multipliée par 2 en considérant 2 traites/jour en conditions ordinaires ;

² Calculée en multipliant la performance par le prix de vente du lait soit 500 FCFA/kg ; ³ Différence entre la valeur économique et le coût de l'aliment /// ¹ Difference of milk obtained in groups 2 and 3 (supplemented) and control; the value obtained is multiplied by 2 considering 2 milkings/day in ordinary conditions; ² Calculated by multiplying the performance by the selling price of the milk i.e. 500 FCFA/kg; ³ Difference between the economic value and the cost of the feed

la double traite (en conditions normales). Le prix d'un sac de 50 kg de Vitanimal était de 4000 FCFA, soit 80 FCFA/kg. Sur le marché local, le prix du lait était en moyenne de 500 FCFA/kg. L'analyse des paramètres de rentabilité montre que les deux lots de vaches complémentées ont généré des marges financières de 75 % pour le lot 2 et de 25 % pour le lot 3. Ainsi, en investissant 80 FCFA pour l'acquisition d'un kilogramme de Vitanimal, l'éleveur gagne respectivement 120 FCFA/vache/j (pour le lot 2) et 80 FCFA/vache/j (pour le lot 3) en marge nette. Ces résultats corroborent ceux de l'IC, la quantité de complément distribuée pour le lot 2 serait plus avantageuse sur le plan économique que celle du lot 3. Il faut toutefois préciser que la race Borgou utilisée dans le cadre de cette étude est une race à viande, peu productrice de lait. Le choix de cette race comme mentionné plus haut a été justifié par les objectifs assignés à la ferme d'accueil. Les vaches complémentées ont par ailleurs réalisé des gains de poids proportionnellement aux quantités reçues et dont l'évaluation n'a pas été prise en compte par le protocole de l'étude.

DISCUSSION

Résultats zootechniques

Les résultats ont montré une amélioration nette de la production laitière moyenne journalière des vaches ayant reçu un complément. Cependant, pour une quantité de Vitanimal double de celle du lot 2, la quantité de lait produite par le lot 3 n'a pas atteint une quantité proche du double de celle obtenue par le lot 2. Ceci pourrait être expliqué par une quantité seuil au-delà de laquelle l'aliment n'est plus converti en lait.

Des études réalisées sur des vaches laitières montrent l'effet positif de la complémentation sur la production de lait. En effet, des travaux similaires effectués à la Ferme d'élevage de l'Okpara par Chabi Toko (2005) montrent une production de 1,69 kg/j (1,04 et 1,16 kg/j dans notre étude selon le lot complétement) obtenue avec des vaches Borgou complémentées avec du tourteau de coton après un pâturage naturel et une production de 0,95 kg/j pour des vaches Borgou entretenues seulement sur pâturage naturel. Les valeurs obtenues par cet auteur sont légèrement supérieures aux nôtres, différence s'expliquant par le fait que dans l'étude de Chabi Toko deux traites sont effectuées par jour (le matin avant le pâturage et le soir au retour du pâturage). L'auteur précise qu'il n'existe pas de différences significatives entre les quantités de lait obtenues lors de ces deux traites. Ba Diao et al. (2006) rapportent des productions journalières de 0,13 et 0,72 kg/j respectivement pour des vaches entretenues sur pâturage naturel et des vaches complémentées avec 4 kg de paille de riz traitée à l'urée à 4 % et 1 kg de concentré (50 % son de riz, 25 % mélasse, 25 % Jarga, aliment du commerce). Ces résultats sont inférieurs à ceux obtenus dans notre étude et sont imputables à la race et à la nature du complément utilisé. Le Vitanimal, cumulant un apport en énergie et en protéines respectivement avec les coques de graines et le tourteau, semble avoir un potentiel d'impact supérieur à celui du tourteau de coton simple.

En revanche, Barthe (2014) rapporte des productions de lait nettement supérieures à celles obtenues dans notre étude avec 7,11, 6,98, 6,88 et 5,28 kg/jour en double traite (matin et soir) chez des zébus Azawak pour une substitution du tourteau de graines de coton avec respectivement 40 % d'*Acacia raddiana*, 20 % d'*A. raddiana*, le témoin (0% substitution de tourteau de graines de coton), et 60 % d'*A. raddiana*. Cependant, la vache Azawak a un potentiel de production de lait nettement supérieur à celui de la Borgou. Ces différences s'expliqueraient donc par la nature des compléments et les races utilisées. L'ingestion du Vitanimal a en outre permis une augmentation de 28 % et 40 % de la production laitière respectivement pour les lots 2 et 3 par rapport au lot témoin. Ces résultats seraient liés à l'impact réel de cet aliment sur la production laitière et aux écarts des quantités servies.

Par ailleurs, chez les ruminants les sous-produits agro-industriels interviennent principalement pour la complémentation du système fourrager. Selon Guerin et al. (2002), dans les systèmes les plus intensifs « ils peuvent toutefois participer à un véritable rationnement et constituer alors jusqu'à 50–60 % des rations ingérées en stabulation ». Souvent qualifiés de concentrés « car ils contiennent moins de fibres et en général des proportions d'énergie et/ou d'azote digestibles nettement plus importantes que les fourrages. » Ces produits sont utilisés pour « compléter une ration de base constituée [de fourrages.] Pour un objectif de production donné, ils sont distribués de façon à équilibrer l'alimentation [au] regard des besoins en énergie et en azote de l'animal » (Guerin et al., 2002). Ils augmentent l'ingestion des fourrages en l'occurrence des pailles de 21 % (Sansoucy, 1991). L'indice de consommation du lot 2 de la présente étude (2 kg MS/kg de lait) a été inférieur à celui de 3,42 chez des veaux Girolando rapporté par Houndonougbo et al. (2012). Une valeur encore plus grande d'IC (24,8) a été obtenue par Yo et al. (1990) en Côte d'Ivoire en utilisant une ration composée de 75 % de graines de coton chez les bovins Baoulé. Ces différences de valeurs sont dues non seulement à l'âge et à la race des animaux, mais aussi au type d'élevage. Globalement, d'autres auteurs (Ogodja et Hounsou-Vê, 1992 ; Wanapat et al., 1996 ; Rasambainarivo et al., 2001 ; Rasambainarivo, 1992) ont rapporté des résultats zootechniques intéressants sur l'utilisation de compléments dans l'alimentation animale ; les résultats en général diffèrent de ceux obtenus dans notre étude relevant principalement des aptitudes biologiques des races utilisées, des types de complémentations et des pratiques d'élevage.

Résultats économiques

L'analyse économique a montré une influence positive du Vitanimal sur la production laitière avec des marges de 75 % et de 25 % respectivement pour les lots 2 et 3, par rapport à l'investissement pour l'acquisition du Vitanimal. Les gains respectifs de 120 et 80 FCFA par kilogramme de lait par vache par jour ont été inférieurs à ceux de 121 FCFA obtenus par Ba Dia et al. (2006) en utilisant 4 kg de paille de riz traitée à l'urée à 4 % et 1 kg de concentré (50 % son de riz, 25 % mélasse, 25 % Jarga). Cet écart de rentabilité provient de la race utilisée par ces auteurs (plus productrice en lait), du prix du lait et du coût des intrants alimentaires. Le constat est le même avec Barthe (2014) qui obtient des marges de 720, 819, 418 et 220 FCFA par jour avec la vache laitière Azawak pour une substitution du tourteau de graines de coton avec respectivement 20 %, 40 %, 60 % d'*A. raddiana* et le témoin.

CONCLUSION

La recherche d'une alimentation adaptée aux besoins alimentaires, à une meilleure production de lait et à une bonne croissance des bovins dans le contexte de sédentarisation afin de réduire la mobilité pastorale s'est avérée très intéressante sur le plan zootechnique avec le Vitanimal. Issu d'un mélange compact de coques de graines et de

tourteau de coton, ce sous-produit complété chez des bovins Borgou a été sans effets néfastes et a considérablement amélioré la production de lait. Le complément alimentaire Vitanimal constitue donc une source alternative de complémentation alimentaire à un coût raisonnable pour le bétail pouvant être vulgarisé au profit des éleveurs. Il apparaît également comme une solution palliative à la rareté du fourrage en saison sèche, à la réduction de la mobilité pastorale et ses corollaires, à la couverture des besoins des animaux et à l'augmentation de la production de lait des vaches.

Remerciements

Nous adressons nos sincères remerciements à la Société des huileries du Bénin et à la Ferme étatique d'élevage de l'Okpara (FEO) pour avoir respectivement soutenu financièrement et accueilli cette recherche.

Déclaration des contributions des auteurs

AJD et BOKG ont conçu, planifié et supervisé l'étude ; LSG et HIS ont collecté, analysé, interprété les données et rédigé la première version du manuscrit ; SB a révisé le manuscrit.

Conflits d'intérêts

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

REFERENCES

- Ba Diao M., Fall A.A., Sall C., Diaw O.T., 2006. Influence de la complémentation alimentaire et du déparasitage interne sur le développement économique de la production laitière des vaches Gobra en zone sahélienne du Sénégal. *Tropicicultura*, **24** (1): 51-57
- Barthe A., 2014. Effets d'une substitution du tourteau de graines de coton par les gousses d'*Acacia raddiana* (SAVI) dans l'alimentation, sur les performances laitières du Zébu Azawak. Mémoire Master, Ecole Inter-États des Sciences et Médecine Vétérinaires (EISMV) de Dakar, Sénégal, 33 p.
- Boudet G., 1991. Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères. La documentation française, Paris, France, 266 p.
- Breman H., Sissoko K., 1998. L'intensification agricole au Sahel. Karthala, Paris, France, 996 p.
- Chabi Toko R., 2005. Aspects zootechniques et économiques de l'utilisation des feuilles de *Vitellaria paradoxa* et de tourteau de coton en supplémentation sur la production laitière de la vache Borgou en saison hivernale. Thèse Ingénieur agronome, FSA, UAC, Bénin, 81 p.
- COUNTRYSTAT/Bénin, 2015. Base de données statistiques. www.fao.org/economic/ess/countrystat/en/ (consulté 18 jan. 2018)
- Djènontin A.J., Amidou M., Baco N.M., 2004. Diagnostic gestion de troupeau : gestion des ressources pastorales dans les départements de l'Alibori et du Borgou au Nord du Bénin. *Bull. Rec. Agr. Bénin*, **43**: 30-45
- FAOSTAT, 2018. Data from the FAOSTAT Statistical data base. www.fao.org (consulté 10 mars 2019)
- Guerin H., Lecomte P., Lhoste P., Meyer C., 2002. Généralités sur les ruminants. In: Mémento de l'Agronome. CIRAD, Montpellier, France, 1313-1324
- Houndonougbo M.F., Chrysostome C.A.A.M., Babatoundé S., Lokossou H.R., Agbota B., 2012. Fourrages de *Moringa oleifera* et de *Gliricidia sepium* utilisés comme compléments alimentaires efficaces pour nourrir des veaux girolando au Bénin. *Ann. Sci. Agron.*, **16** (1): 35-49
- Ogodja J.O., Hounsou-Vê G., 1992. Effet de la complémentation en graine de coton sur la production laitière et la croissance des veaux des vaches allaitantes de race Borgou au Bénin. *Bull. Anim. Health Prod. Afr.*, **41**: 51-56
- Penning de Vries F.W.T., Djiteye M.A., 1991. La productivité des pâturages sahéliens : une étude des sols, des végétations et de l'exploitation de cette ressource naturelle. Agricultural Research Reports 918, Pudoc, Wageningen, Netherlands, 525 p.
- Rasambainarivo J.H., 1992. Effet de la complémentation alimentaire sur la production laitière et la croissance des bovines à Madagascar. In: Stares et al. (eds) The complementarity of feed resources for animal production in Africa. African Feed Research Network, ILCA, Addis Ababa, Ethiopia, 430 p.
- Rasambainarivo J.H., Razafindraibe H., Rabehanimiriony M., Rasoloarison R., Rafalimanantsoa E., Barsona M.R.R., 2001. Responses to dry season supplementation by dairy cows on the highland zones of Madagascar. FOFIFA-DRZV, Antananarivo, Madagascar

Sansoucy R., 1991. Problèmes généraux de l'utilisation des sous-produits agro-industriels en alimentation animale dans la région méditerranéenne. In: Tisserand J-L., Fourrages et sous-produits méditerranéens-Zaragoza : CIHEAM. (ed. Alibés X.). *Options Méditer. Sér. A*, **16**: 75-79

Sinsin B., 1993. Phytosociologie, écologie, valeur pastorale, production et capacité de charge des pâturages du périmètre Nikki-Kalalé au Nord-Bénin. Thèse Doct., Université Libre de Bruxelles, Belgique, 350 p.

Wanapat M., Sommart K., Saardrak K., 1996. Cottonseed meal supplementation of dairy cattle fed rice straw. *Livest. Res. Rural Dev.*, **8** (3): 3 p.

Yo T., Bouchel D., Kouao Brou J., 1990. Growth incidence upon Baoule steers of different levels of cotton seed and molasses supplementation of a fresh and hay diet (*Panicum maximum*) during their post-weaning period. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **43** (4): 529-534, doi: 10.19182/remvt.8785

Summary

Guidimè L.S., Imorou Sidi H., Djènantin A.J., Kpèrou Gado B.O., Babatoundé S. Effects of Vitanimal-based supplementation on dairy and economic performances of Borgu cows in Benin

The main objective was to evaluate the impact of a feed supplement, Vitanimal (a mixture of husks and cotton cake), on the dairy performance of Borgu cows in a context of scarcity of fodder in the dry season and reduced pastoral mobility. The evaluation concerned a herd of 15 cows that had had at least two calvings at the Okpara Breeding Farm. The animals were divided into three groups: group 1, the control group, received only fodder from the farm's natural and artificial pastures, salt blocks and water *ad libitum*; groups 2 and 3 received the same feed as the control with the addition of 2 and 4 kg of feed supplement, respectively. The quantities of milk produced and supplement refused were collected and quantified daily for 90 days. Analyses showed significant differences ($p < 0.05$) in the supplement intake between groups 2 and 3, and in the refusals ($p < 0.05$) which were greater in group 3. Vitanimal had significant effects on the cows' performance. Daily milk production was 0.76 ± 0.35 kg, 1.04 ± 0.35 kg and 1.16 ± 0.46 kg in groups 1, 2 and 3, respectively. These quantities increased with the amount of supplement served. However, the group 2 diet was more profitable, with a 75% profitability rate compared to 25% in group 3.

Keywords: cattle, dairy cows, ruminant feeding, feed supplements, milk production, Benin

Resumen

Guidimè L.S., Imorou Sidi H., Djènantin A.J., Kpèrou Gado B.O., Babatoundé S. Efectos de la suplementación a base de Vitanimal sobre los rendimientos lecheros y económicos de las vacas Borgu en Benín

El principal objetivo fue el de evaluar el impacto de un suplemento alimenticio, el Vitanimal (mezcla de conchas y torta de algodón) sobre los rendimientos lecheros de las vacas Borgu en el contexto de la escasez de forraje durante la estación seca y de reducción de la movilidad pastoral. La evaluación concernió un hato de 15 vacas habiendo tenido al menos dos partos en la Finca de cría de Okpara. Los animales se repartieron en tres lotes: el lote 1, lote control, benefició únicamente del forraje de los recorridos naturales y artificiales de la finca, de piedras para lamer y agua *ad libitum*; los lotes 2 y 3 beneficiaron de la misma alimentación que los controles, pero además con 2 y 4 kg de suplemento alimenticio respectivamente. Las cantidades de leche producidas y los deshechos de suplemento fueron recolectados y cuantificados diariamente durante 90 días. Los análisis mostraron diferencias significativas ($p < 0,05$) para la ingestión del suplemento alimenticio entre los lotes 2 y 3 y para los deshechos que fueron más importantes en el lote 3. El Vitanimal tuvo efectos significativos sobre los rendimientos de las vacas. Las producciones diarias de leche fueron de $0,76 \pm 0,35$ kg, $1,04 \pm 0,35$ kg y $1,16 \pm 0,46$ kg para los lotes 1, 2 y 3 respectivamente. Estas cantidades aumentaron con la cantidad de suplemento ofrecida. Sin embargo, la ración del lote 2 fue más rentable, o sea 75% de la tasa de rentabilidad económica contra 25% para el lote 3.

Palabras clave: ganado bovino, vacas lecheras, alimentación de rumiantes, suplementos de piensos, producción lechera, Benin

Performances zooéconomiques de taurillons de race Borgou complémentés avec du Vitanimal au Bénin

Léopold Sènouwa Guidimê ^{1*} Byll Orou Kpérou Gado ²
André Jonas Djènontin ¹ Habirou Imorou Sidi ³
Sévérin Babatoundé ³

Mots-clés

Bovin Borgou, veau, animal à viande, gain de poids, alimentation des ruminants, complément alimentaire pour animaux, Bénin

Submitted: 24 April 2020
Accepted: 25 November 2020
Published: 31 March 2021
DOI: 10.19182/remvt.36323

Résumé

Afin de permettre aux animaux d'améliorer leur potentiel de production notamment en saison sèche où le fourrage devient rare et de qualité médiocre, des compléments alimentaires sont de plus en plus mis à leur disposition. L'effet du Vitanimal, aliment fabriqué industriellement, mélange de coques et de tourteau de coton, a été testé chez 15 taurillons de race Borgou à la Ferme d'élevage de l'Okpara afin de mesurer son impact sur la croissance des bovins. Ces derniers ont été répartis en trois lots de cinq taurillons chacun avec un poids moyen de 103 ± 22 kg. Ils ont reçu la ration de l'aliment testé avant et après le pâturage en parts égales. Le lot 1 sans complément était le lot témoin, les lots 2 et 3 ont bénéficié respectivement de 1 et 2 kg par jour du complément alimentaire Vitanimal. Les refus ont été quantifiés. Les animaux ont bénéficié également d'eau et de pierres à lécher *ad libitum*. Des pesées ont été effectuées tous les quinze jours pendant 90 jours. Les analyses ont souligné une différence significative ($p < 0,05$) entre les lots 2 et 3 dans l'ingestion de l'aliment testé. Les résultats ont montré un effet significatif du Vitanimal sur la croissance des taurillons. Les gains moyens quotidiens dans le lot témoin, dans le lot 2 et dans le lot 3 ont été respectivement de 386 ± 147 g, 652 ± 115 g et 927 ± 160 g. L'impact du Vitanimal a ainsi été fonction de la quantité distribuée et la ration du lot 3 s'est révélée économiquement plus rentable, soit 238 % de taux de rentabilité économique contre 232 % pour le lot 2.

■ Comment citer cet article : Guidimê L.S., Kpérou Gado B.O., Djènontin A.J., Imorou Sidi H., Babatoundé S., 2021. Weight-gain and economic performance of Borgu bull calves supplemented with Vitanimal in Benin. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 74 (1): 49-54, doi: 10.19182/remvt.36323

■ INTRODUCTION

Au Bénin, les productions animales, second pôle d'activité économique du secteur agricole après l'agriculture (Dugué et al., 2003), concernent diverses espèces animales domestiques (bovins, ovins, caprins, porcins, volailles...) mais aussi des espèces non conventionnelles comme l'aulacode (DE, 2016). La viande est de loin la première production animale du pays avec une estimation en 2015 à 23 431 000 tonnes (CountryStat, 2015). L'élevage bovin, dont dépendent les

viandes produites sur le territoire à hauteur de 57 % (CountryStat, 2015 ; DE, 2016), reste la part importante de la production animale et concerne deux grandes espèces bovines (*Bos taurus* et *Bos indicus*). Ces deux espèces seraient issues d'un ancêtre commun originaire probablement du Proche-Orient (Doko, 2014). L'élevage bovin est le plus concentré dans la partie nord-ouest du pays où se trouve la moitié du cheptel estimé à 1 202 500 têtes (DE, 2006).

Dans ces régions, l'alimentation des bovins est tributaire des parcours naturels et des résidus de récolte (Déhoux et Hounsou-Vê, 1993 ; de Haan, 1997). « La variabilité de la quantité et de la qualité des ressources alimentaires pendant l'année est un facteur limitant très important de la production des bovins » (Archimède et al., 2011 ; Zampaligré, 2012). L'expansion des champs de culture réduit considérablement les aires de pâturage créant un déficit fourrager pour le bétail. Les éleveurs, confrontés aux problèmes de déficit alimentaire s'engagent alors dans des mouvements avec leurs troupeaux à la recherche de ressources fourragères ainsi que dans la mise à la disposition des animaux de compléments alimentaires pour la plupart d'origine artisanale.

1. Laboratoire d'écologie, santé et production animales (LESPA), Faculté d'agronomie (FA), Université de Parakou (UP), 01 BP 123, Parakou, Bénin.

2. Ferme d'élevage de l'Okpara (FEO), Direction de l'élevage (DE), Parakou, Bénin.

3. LZ/FSA/UAC, Cotonou, Bénin.

* Auteur pour la correspondance

Tél. : +229 66333256 / 67757024 ; email : lguidime@gmail.com



Afin de soutenir l'alimentation du bétail et dans une perspective de sédentarisation des troupeaux face aux conflits entre agriculteurs et éleveurs, l'impact d'un aliment commercial pour bétail nouvellement mis au point (Vitanimal) par l'industrie de transformation agroalimentaire a été évalué sur la croissance de jeunes bovins de race locale Borgou. Le Vitanimal est issu d'un mélange compact de tourteau et de coques de graines de coton. Riche en protéines, hydrates de carbone et matières grasses, c'est un aliment idéal, recommandé pour l'alimentation des ruminants. Produit sous forme de pellets, sa présentation lui confère une manipulation, un stockage et une conservation optimums. Cette expérimentation en station visait à préciser les quantités adéquates à distribuer pour une production optimale de viande bovine.

■ MATERIEL ET METHODES

La Ferme d'élevage de l'Okpara, créée en 1952 à l'aide du Fonds d'investissement pour le développement économique et social (FIDES), recouvre 33 000 hectares. Elle est située au nord-ouest du Bénin (de 9° 06' à 9° 17' N) (figure 1) et bénéficie d'un climat de type soudanien avec une alternance de la saison pluvieuse (juin à septembre) et de la saison sèche (décembre à mars). La pluviométrie annuelle moyenne varie de 858 à 1400 mm avec environ 1125 mm enregistrés entre 1999 et 2014. Les températures varient de 25,3 à 30,5 °C. Le passage d'une saison à l'autre est marqué par une période de transition (avril à mai et octobre à novembre). Les sols rencontrés sont de trois types : les sols lessivés ou non à engorgement de profondeur, occupant la majeure partie de la ferme ; les sols hydromorphes riches en argile et en bases échangeables, très fertiles au niveau des bas-fonds et des plaines d'inondation ; et les sols ferrallitiques faiblement dénaturés avec érosion et remaniement, et les sols minéraux bruts. Les principaux groupes socioculturels qui cohabitent dans le domaine sont les Baribas et les Peuls.

Elevage bovin à la Ferme d'élevage de l'Okpara

La Ferme de l'Okpara est semi-moderne et dotée d'infrastructures (étables, planches, parcs de nuit) pour l'élevage bovin construites en dur. Elle possède un pèse-bétail, un couloir de contention, un pédiluve pour les opérations de déparasitage externes. On y trouve des parcours naturels et de vastes installations fourragères à *Panicum maximum*, *Brachiaria*, *Aeschynomene histrix* et *Stylosanthes*. En journée (de 9 h à 17 h), les animaux, régulièrement répartis selon les classes

d'âges et le sexe, sont conduits au pâturage par des bouviers peuls où ils profitent de leur aliment de base. Cependant, les veaux de moins de quatre mois sont gardés dans des parcs, et ceux de plus de quatre mois et proches du sevrage pâturent à proximité de la ferme. A leur retour, les troupeaux sont enfermés dans leurs abris où ils reçoivent eau et pierres à lécher *ad libitum*, et accessoirement des compléments alimentaires, notamment les vaches allaitantes et les animaux faibles. Ils s'abreuvent à partir d'un château d'eau construit sur la ferme mais aussi à partir des effluents de la rivière Okpara qui est proche.

La reproduction est principalement basée sur la monte, organisée par un responsable spécialisé en des périodes précises (janvier-février et août-octobre) avec enregistrement des dates de saillie et de mise bas. Les vêlages sont également enregistrés grâce au centre d'insémination annexé à la ferme. Les veaux se voient attribuer à la naissance une fiche de suivi où est inscrit le numéro du parc et de la boucle de la mère, la date de naissance, le sexe, les poids à la naissance et à âge type. Le suivi sanitaire des animaux est assuré par un programme de prophylaxie sanitaire et médicale qui implique le nettoyage régulier des étables, des parcs, des mangeoires, des abreuvoirs et la vaccination des animaux contre diverses pathologies. Un rotoluxe et des pédiluves sont également installés respectivement aux entrées de la ferme et des étables.

Troupeau expérimental

Le Vitanimal a été testé sur de jeunes bovins de race Borgou, race autour de laquelle se font tous les programmes de conservation et d'amélioration à la Ferme de l'Okpara. Les taurillons ainsi utilisés pour conduire des travaux ont été choisis selon leur poids et leur âge ; les sujets en croissance ont été ciblés. Le troupeau expérimental a été entretenu sur les pâturages de la Ferme environ sept heures par jour.

Les bovins ont été répartis en trois lots de cinq taurillons de poids vif homogène (poids moyen de 103 kg ± 22 kg). Après une période de quinze jours d'adaptation aux nouvelles conditions, la distribution de l'aliment a été faite deux fois par jour ; les animaux recevaient la moitié de la ration très tôt le matin et l'autre moitié le soir au retour du pâturage. Le lot 1 constituait le lot témoin, les lots 2 et 3 ont bénéficié respectivement de 1 et 2 kg par jour du complément alimentaire Vitanimal. Les refus ont été quantifiés. Les animaux étaient attachés à bonne distance les uns des autres dans la grande étable. Chaque animal était ainsi gardé devant sa mangeoire où il recevait sa ration de complément. Les animaux des lots témoins ont été gardés séparément dans un autre parc. Les animaux ont eu de l'eau et de la pierre

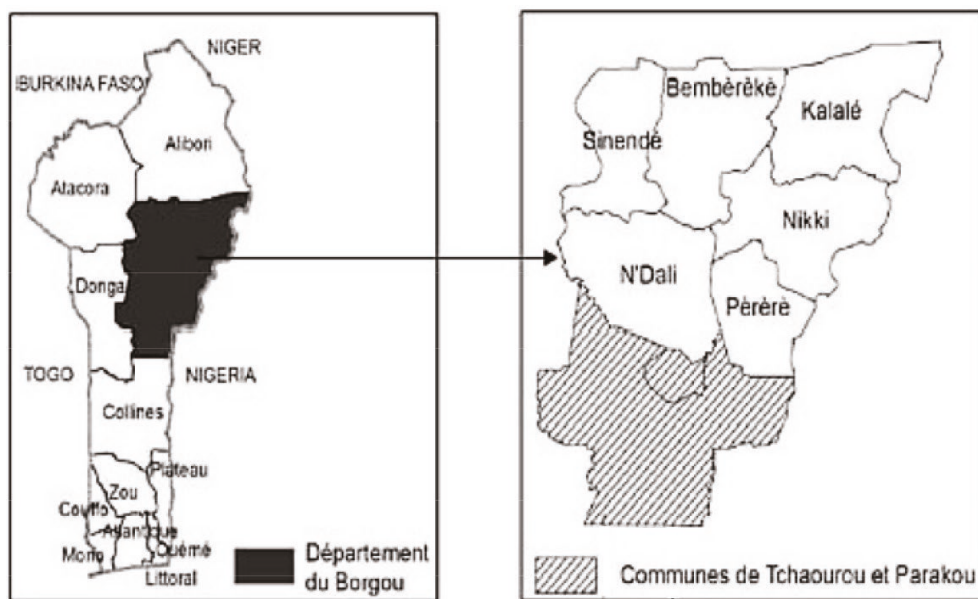


Figure 1 : Localisation de la Ferme d'élevage de l'Okpara au Bénin // Location of the Okpara Breeding Farm in Benin

à lécher *ad libitum*. Des analyses de laboratoire sur la composition chimique et la valeur alimentaire (nutritionnelle) ont été effectuées sur un échantillon du complément alimentaire.

Collecte des données

Les gains de poids ont été collectés pendant 90 jours. Les numéros d'identification des animaux ont été enregistrés. Ils ont été pesés chaque deux semaines à l'aide d'un pèse-bétail de portée 1000 kg \pm 10 kg. Les poids ont été reportés sur des fiches techniques de collecte pour la détermination des gains de poids moyens quotidiens (GMQ). Des coupes sur les aires pâturées par les animaux ont été faites tous les quinze jours afin d'estimer le disponible fourrager dans le temps.

Détermination des paramètres zootechniques

L'ingestion a été calculée à partir de la formule : Ingestion (kg/jour) = Quantité d'aliments distribuée (kg/jour) – Refus (kg/jour).

Les performances pondérales mesurées ont été le gain de poids (GP) et le GMQ calculés de la manière suivante : GP (kg) = Poids final (kg) – Poids initial (kg) ; GMQ (g) = Gain de poids (g) / Durée d'embouche (jour).

L'indice de consommation (IC) concernant les performances pondérales a été calculé par la relation : IC = Quantité d'aliment ingéré (g ou kg) / Production (g ou kg).

Indicateurs économiques

Les indicateurs économiques liés à l'utilisation du Vitainimal ont été déterminés dans une relation d'interdépendance. La performance de l'aliment a été déterminée par la différence entre le GMQ moyen des lots 2 et 3 et celui du lot témoin. Le produit de cette performance avec le prix de vente au kilogramme de poids vif (PV) de l'animal (1000 FCFA/kg de PV, soit 1,53 €/kg de PV) a permis d'avoir sa valeur économique. La marge nette a été obtenue en faisant la différence entre la valeur économique et le coût de l'aliment.

Analyses statistiques

Le logiciel Minitab 2016 a été utilisé pour l'analyse des données sur l'ingestion et les performances pondérales. Ces analyses ont porté essentiellement sur les analyses de variance (Anova) à un facteur. Les valeurs moyennes ont été comparées entre elles à l'aide du test de Student Newman Keuls au seuil de 5 %. Les probabilités de signification associées aux valeurs de Fisher ont été calculées.

■ RESULTATS

Composition chimique

La composition chimique du complément alimentaire a montré des valeurs élevées de la matière azotée totale (24,39 %), de la matière organique (92,06 %) et de très faibles valeurs de cendres (7,24 %). La valeur en cellulose brute (35 %) a indiqué sa richesse en fibres, idéale pour le bon fonctionnement du rumen. Les valeurs de la fibre insoluble au détergent neutre (NDF) et de la fibre insoluble au détergent acide (ADF) ont été respectivement de 41 et 38.

Digestibilité et valeur alimentaire

Les valeurs de digestibilité de la matière organique à la cellulase (dMOc), d'énergie et d'azote du Vitainimal ont été bonnes avec une dMOc de 67,61 %. De même les données énergétiques ont montré que l'aliment était très riche en énergie (unité fourragère viande [UFV] 0,95 et unité fourragère lait [UFL] 1,14). Il a présenté une quantité de matière azotée digestible (MAD) très élevée (191,38 g/kg de matière

sèche [MS]). Il en était de même du rapport MAD/UFL indiquant la valeur azotée de l'aliment, dont la valeur (167,87 g) a été supérieure à celle minimale (130 g) préconisée par Boudet (1991) pour la ration des bovins destinés à l'engraissement. La DMO du Vitainimal était au-dessus de la moyenne, ce qui traduisait son aptitude à être assez rapidement dégradé au niveau du rumen par la flore microbienne et donc à être facilement digéré.

Biomasse des pâturages artificiels à *Panicum maximum*

La biomasse fourragère des pâturages à *Panicum maximum* exploités par le troupeau a été dynamique pendant la période d'expérimentation. Le disponible fourrager a ainsi considérablement baissé tout au long de la saison sèche. Les valeurs de production ont varié de 3900 kg de MS/ha mi-janvier à 2383 kg de MS/ha fin février.

Ingestion alimentaire

L'ingestion volontaire au pâturage des animaux de tous les lots a évolué d'une période à l'autre. Durant les quatre premières semaines de l'étude, le fourrage était disponible et facilement accessible par les animaux des différents lots ; ensuite les pâturages se sont dégradés jusqu'à la fin de l'expérimentation avec l'évolution de la sécheresse. L'ingestion du complément alimentaire par les animaux a varié d'une ration à l'autre. Elle a été de 0,99 kg et de 1,89 kg respectivement pour les lots 2 et 3, avec une différence significative ($p < 0,05$). Ces ingestions ont été proportionnelles aux quantités d'aliments reçues mais l'ingestion a été relativement plus grande au niveau du lot 2. La différence entre les refus quotidiens a aussi été significative ($p < 0,05$) d'un lot à un autre : les refus ont été plus importants dans le lot 3 (0,11 kg) qui recevait une quantité plus importante de complément que dans le lot 2 (0,01 kg).

Evolution du poids

Le poids vif des bovins des trois lots a régulièrement augmenté avec des différences d'un lot à l'autre (figure 2). Le lot témoin a enregistré les gains de poids les plus faibles : le poids moyen est passé de 104 kg en début d'expérimentation à 132 kg à huit semaines, puis une légère chute a été constatée avant une croissance en fin d'expérimentation ; le lot 2 a enregistré des poids plus importants régulièrement croissants, de 106 kg au début à 160 kg à la fin. Enfin, le lot 3 a présenté la croissance de poids la plus forte, de 98 kg à 170 kg après les 90 jours d'expérimentation.

Performances pondérales

Le gain moyen quotidien des animaux des trois lots a beaucoup varié au cours de l'étude (tableau I). Le GMQ du lot témoin a augmenté de 241 g/j à un maximum de 655 g/j puis a diminué jusqu'à la fin de l'expérimentation ; la valeur moyenne du GMQ de ce lot sur les trois mois a été de 386 ± 147 g/j. Le lot 2, avec un GMQ moyen de 652 ± 115 g/j, a présenté une tendance évolutive similaire à celle du lot témoin. Le

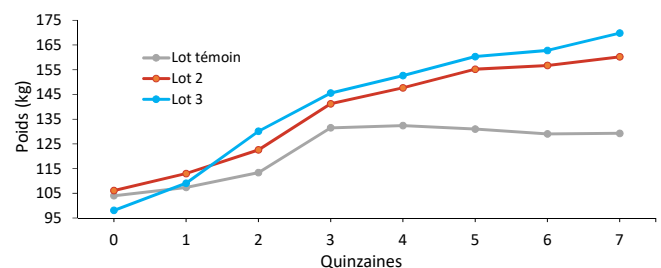


Figure 2 : Evolution du poids des taurillons de race Borgou à la Ferme d'élevage de l'Okpara au Bénin // Weight growth of Borgu bull calves at the Okpara Breeding Farm in Benin

Tableau I : Gains de poids moyens quotidiens (GMQ) des taurillons Borgou à la Ferme d'élevage de l'Okpara au Bénin /// Average daily weight gain (GMQ) of Borgu bull calves at the Okpara Breeding Farm in Benin

(g)	Lot 1	Lot 2	Lot 3
GMQ 1	241 ± 61 ^b	493 ± 85 ^{ab}	786 ± 98 ^a
GMQ 2	335 ± 179 ^b	588 ± 132 ^b	1143 ± 431 ^a
GMQ 3	655 ± 210 ^b	836 ± 74 ^{ab}	1130 ± 124 ^a
GMQ 4	507 ± 142 ^b	742 ± 145 ^{ab}	973 ± 76 ^a
GMQ 5	386 ± 92 ^b	701 ± 104 ^a	889 ± 72 ^a
GMQ 6	298 ± 71 ^b	602 ± 85 ^a	770 ± 93 ^a
GMQ 7	281 ± 107 ^b	601 ± 100 ^a	797 ± 106 ^a

Lot 1 : témoin non complémenté ; Lots 2 et 3 : complétés respectivement avec 1 et 2 kg / jour de Vitanimal ; ^{ab} Les valeurs sur une même ligne suivies de lettres différentes sont significativement différentes ($p < 0,05$) /// Group 1: unsupplemented control; Groups 2 and 3: supplemented with 1 and 2 kg/day of Vitanimal, respectively; ^{a,b} Values on the same line followed by different letters are significantly different ($p < 0,05$)

lot 3 a présenté un GMQ d'abord croissant, ensuite plus ou moins constant, avant de diminuer jusqu'à l'arrêt de l'expérimentation ; le GMQ de ce lot sur la période d'observation a été de 927 ± 160 g/j.

En dépit d'une tendance croissante des poids notamment au niveau des lots 2 et 3 bénéficiant du complément alimentaire, une baisse du GMQ a été enregistrée dans le temps en raison surtout de la valeur nutritive du fourrage devenue médiocre au pâturage (lignifié, moins de MAT) à cause de la saison sèche. Ces lots supplémentés ont cependant maintenu leurs GMQ au-dessus de ceux du lot témoin. Cette tendance a traduit l'impact réel de l'apport du complément sur le déficit alimentaire.

Les résultats ont ainsi montré des gains de poids en faveur du lot 3. Ces résultats soumis à des tests de comparaison deux à deux de Student ont révélé des différences significatives entre le lot témoin ($p = 0,0025$) et le lot 2 ($p < 0,05$), d'une part, et entre le lot 2 ($p = 0,0022$) et le lot 3 ($p < 0,05$), d'autre part, avec une nette différence entre le lot témoin, et les lots 2 et 3. Les performances pondérales ont ainsi augmenté avec les quantités de Vitanimal distribuées. Cependant, il n'y a pas eu de différence significative ($p < 0,05$) entre les GMQ des lots 2 et 3.

Indice de consommation

La figure 3 montre la représentation de l'évolution de l'indice de consommation du complément alimentaire par les lots 2 et 3. Les valeurs moyennes des indices de consommation ont été respectivement de 1,56 et 1,96 pour les lots 2 et 3. Les taurillons du lot 2 ont utilisé moins d'aliments que le lot 3 pour produire un kilogramme de viande sur l'ensemble de l'expérimentation. Cette tendance de l'efficacité de l'aliment entre les deux lots en faveur du lot 2 a été beaucoup plus remarquable à partir de la quatrième semaine. La distribution

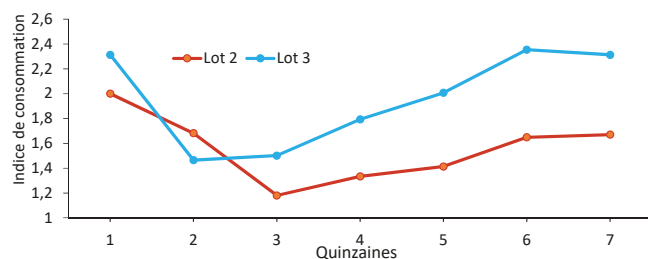


Figure 3 : Evolution de l'indice de consommation du Vitanimal par les taurillons de race Borgou à la Ferme d'élevage de l'Okpara au Bénin /// Trend in the Vitanimal consumption index of Borgu bull calves at the Okpara Breeding Farm in Benin

d'un kilogramme par jour du complément aux jeunes bovins en croissance a paru plus rationnelle.

Performances économiques du Vitanimal et marge financière

L'ingestion du Vitanimal par les taurillons a permis d'obtenir des surplus de GMQ de 266 et 541 g/j par taurillon respectivement pour le lot 2 et le lot 3 par rapport au lot témoin (tableau II). Le prix d'un sac de 50 kg de Vitanimal était de 4000 francs FCA (6,10 euros), soit 80 FCFA (0,12 €) par kilogramme. Sur le marché local, le prix moyen d'un kilogramme de viande était de 1000 FCFA (1,53 €). L'analyse des paramètres de rentabilité, notamment la valeur économique de l'animal au poids vif, la marge nette et le taux de rentabilité économique, a montré que les deux lots de taurillons complétés ont généré des marges financières de 232 % pour le lot 2 et 238 % pour le lot 3. Ainsi, en investissant 80 FCFA/kg pour le lot 2 et 160 FCFA pour le lot 3 pour l'acquisition du Vitanimal, l'éleveur a dégagé par jour 186 FCFA (0,28 €) / taurillon pour le lot 2, et 381 FCFA (0,58 €) / taurillon pour le lot 3 de marge nette. Les marges obtenues ont donc augmenté avec les quantités d'aliments distribuées. A noter que ces fortes marges étaient fonction de la race utilisée pour les travaux, la race Borgou étant une race à viande.

DISCUSSION

Résultats techniques

Plusieurs études ont rapporté des quantités ingérées inférieures à celles de 0,99 et 1,89 kg/j obtenues avec le Vitanimal lors de cette étude alors que les quantités distribuées à la base étaient supérieures aux nôtres. Le Vitanimal, mélange de coques et de tourteau de coton, s'est avéré plus appâté que les compléments utilisés par ces différents auteurs. Le recours aux sous-produits agro-industriels est une solution plus facile à pratiquer, mais leur disponibilité et leur cherté obligent à des arbitrages importants (Magnani, 2020). Ces produits sont utilisés pour compléter « une ration de base constituée de fourrages. Pour un objectif de production donné, ils sont distribués de façon à équilibrer l'alimentation [au] regard des besoins en énergie et azote de l'animal » (Guerin et al., 2002). Ils augmentent l'ingestion des fourrages en l'occurrence des pailles de 21 % (Sansoucy, 1991).

Les GMQ des lots 2 et 3 ont été supérieurs à ceux de 621 g/j rapportés par Houndonougbo et al. (2012) avec une complémentation de la ration des veaux Girolando avec de la graine de coton. Kiéma et al. (2008) rapportent des GMQ de 140 et 162 g/j chez des bovins complétés avec du tourteau de coton à diverses proportions. Ces différences sont imputables non seulement à l'âge des animaux, à la race, à la ration, à la taille des lots expérimentaux mais aussi aux systèmes d'élevage.

Les résultats d'indice de consommation de la présente étude étaient inférieurs à celui de 3,42 rapporté par Houndonougbo et al. (2012) chez des veaux Girolando. Cette différence est due aux différences d'âge et de race des animaux mais aussi au type de complément utilisé. Un indice de consommation encore plus grand (24,8) a été obtenu par Tiémoko et al. (1990) en Côte d'Ivoire en utilisant une ration composée de 75 % de graines de coton chez les bovins Baoulé. Ces différences de valeurs sont imputables non seulement à l'âge, à la race mais aussi au type d'élevage.

Résultats économiques

L'analyse économique a montré l'effet très avantageux du Vitanimal sur les GMQ qui a permis d'obtenir des gains financiers respectivement de 186 et 381 FCFA (0,28 et 0,58 €) par kilogramme de viande par jour par taurillon pour les lots 2 et 3, soit 232 % et 238 % de marge par rapport à l'investissement pour l'acquisition du Vitanimal.

Tableau II : Performances économiques quotidiennes du Vitainimal donné à des taurillons Borgou à la Ferme d'élevage de l'Okpara au Bénin
/// *Economic performance of Vitainimal served to Borgu bull calves at the Okpara Breeding Farm in Benin*

	Aliment distribué (kg)	Coût aliment (FCFA)	GMQ (g)	Performance aliment (g) ¹	Valeur économique de vente PV (FCFA) ²	Marge nette (FCFA) ³	Rentabilité (%)
Lot 1	–	–	386	–	–	–	–
Lot 2	1	80	652	266	266	186	232
Lot 3	2	160	927	541	541	381	238

GMQ : gains de poids moyens quotidiens ; PV : poids vif ; ¹ Différence entre le GMQ des lots 2 et 3 ayant reçu la complémentation et celui du lot témoin ; ² Calculée en multipliant la performance par le prix de vente de PV, soit 1000 FCFA/kg de PV ; ³ Différence entre la valeur économique et le coût de l'aliment /// *GMQ: Average daily weight gain; PV: live weight; ¹ Difference between the GMQ of groups 2 and 3 (supplemented) and that of control; ² Calculated by multiplying the performance by the selling price of PV, i.e. 1000 FCFA/kg of PV; ³ Difference between the economic value and the feed cost*

Montcho et al. (2016) obtiennent des bénéfices par sujet de 1905 FCFA (2,91 €), supérieurs aux nôtres, en incorporant 10 % de tourteau de coton à des blocs multinationnels contre 917 FCFA (1,40 €) pour une utilisation de blocs multinationnels uniquement ; des marges financières supérieures certes mais avec des coûts d'acquisition d'aliment nettement plus élevés (respectivement 3550 et 9050 FCFA, soit 5,42 et 13,81 €) que les nôtres. De même, Alkoiret et al. (2007) rapportent des marges de 4672, 6242 et 5637 FCFA (7,13, 9,53 et 8,60 €) par sujet après avoir déboursé respectivement 3006, 2136 et 2631 FCFA (4,59, 3,26 et 4,02 €) pour l'achat de la ration alimentaire. Ces résultats sont également nettement plus élevés que ceux obtenus dans le cadre de notre étude, aussi bien en marge bénéficiaire qu'en coût alimentaire par sujet. Ces différences de résultats économiques sont imputables non seulement à la nature des sous-produits agro-industriels utilisés, mais aussi à leur disponibilité et leurs prix d'approvisionnement.

■ CONCLUSION

La complémentation des bovins dans un contexte de rareté de fourrage en période sèche, de réduction de la mobilité pastorale et aussi dans une opération d'embouche devient nécessaire pour l'amélioration de leur production. Elle améliore les performances du troupeau quand bien même l'approvisionnement en fourrage de base est inadéquat. Cette étude a montré qu'il est possible d'améliorer les performances zootechniques des animaux en les alimentant avec du Vitainimal.

REFERENCES

Archimède H., Bastianelli D., Boval M., Tran G., Sauvart D., 2011. Ressources tropicales : disponibilité et valeur alimentaire. *Prod. Anim.*, **24** (1): 23-40, doi: 10.20870/productions-animaux.2011.24.1.3235

Boudet G., 1991. Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères. La documentation française, Paris, France, 266 p.

COUNTRYSTAT/Bénin, 2015. Base de données statistiques. www.fao.org/economic/ess/countrystat/en/ (consulté 18 jan. 2018)

DE, 2006. Afrique de l'Ouest : mobilisation des investissements pour le développement rural et agricole dans la zone CEDEAO, Direction de l'élevage. FAO, Rome, Italie, 53 p.

DE, 2016. Rapport annuel 2015. Direction de l'Elevage, République du Bénin, 106 p.

De Haan L.J., 1997. Agriculteurs et éleveurs au nord Bénin : écologie et genres de vie. Karthala, Paris, France, 217 p.

Dehoux J. P., Hounsou-Vê G., 1993. Productivité de la race bovine Borgou selon les systèmes d'élevage traditionnels au Nord-Est du Bénin. *Rev. Mond. Zootech.*, 36-48

Doko S.A., 2014. Cours de Zootechnie générale. Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, Bénin, 30 p.

Dugué P., Jouve P., 2003. Organisation spatiale et gestion des ressources et des territoires ruraux. Actes du colloque international, 25-27 février 2003, Montpellier, France. Karthala, 217 p.

Guerin H., Lecomte P., Lhoste P., Meyer C., 2002. Généralités sur les ruminants. In: Mémento de l'Agronome. CIRAD, Montpellier, France, 1313-1324

Aucun effet négatif de l'aliment n'a été observé sur les animaux. Il présente une digestibilité satisfaisante, est très riche en énergie et en protéines, peut être assez rapidement dégradé au niveau du rumen et est facilement digéré. Il a notamment eu un impact réel sur les performances pondérales chez des animaux avec des marges financières très satisfaisantes ; les performances zooéconomiques ont augmenté avec les quantités d'aliments distribuées. Ces résultats peuvent susciter un engouement auprès des éleveurs. L'utilisation de cet aliment dans la complémentation des ruminants domestiques améliorerait les performances de production de l'élevage.

Remerciements

Les auteurs remercient sincèrement la Société des huileries du Bénin à travers le coordonnateur de la recherche, Docteur Adamou Mama-Sambo, et la Ferme étatique d'élevage de l'Okpara pour avoir respectivement soutenu financièrement et accueilli cette étude.

Déclaration des contributions des auteurs

AJD et BOKG ont conçu, planifié et supervisé l'étude ; LSG et HIS ont collecté, analysé, interprété les données et rédigé la première version du manuscrit ; SB a révisé le manuscrit.

Conflits d'intérêts

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont aucun conflit d'intérêts.

Houndonougbo M.F., Chrysostome C.A.A.M., Babatoundé S., Lokossou H.R., Agbota B., 2012. Fourrages de *Moringa oleifera* et de *Gliricidia sepium* utilisés comme compléments alimentaires efficaces pour nourrir des veaux girolando au Bénin. *Ann. Sci. Agron.*, **16** (1): 35-49

Kiéma A., Nianogo A.J., Ouedraogo T., Somda J., 2008. Use of local feed resources in the farmers ram fattening scheme: technical and economic performance. *Cah. Agric.*, **17**: 24-27, doi: 10.1684/agr.2008.0154

Magnani S., 2020. Améliorer l'accès des éleveurs à une alimentation du bétail de qualité pour augmenter la production laitière dans les Pays sahéliers d'Afrique de l'Ouest. Note thématique, 20 p.

Montcho M., Babatoundé S., Aboh B. A., Bahini M. J. D., Chrysostome A. A. M. C., Mensah G. A., 2016. Performances zoo-économiques en milieu réel des ovins djallonké complémentés par les blocs multi nutritionnels au Bénin. *J. Rech. Sci. Univ. Lomé (Togo)*, Sér B, **18** (4): 9-22

Sansoucy R., 1991. Problèmes généraux de l'utilisation des sous-produits agro-industriels en alimentation animale dans la région méditerranéenne. In: Tisserand J-L., Fourrages et sous-produits méditerranéens-Zaragoza : CIHEAM. (ed. Alibés X.). Options Méditer. Sér. A, 16: 75-79

Tiémoko Y., Bouchel D., Kouao Brou J., 1990. Growth incidence upon Baoule steers of different levels of cotton seed and molasses supplementation of a fresh and hay diet (*Panicum maximum*) during their postweaning period. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **43** (4): 529-534, doi: 10.19182/remvt.8785

Zampaligré N., 2012. The role of ligneous vegetation for livestock nutrition in the sub-Saharan and Sudanian zones of West Africa: Potential effects of climate change. PhD thesis, University of Kassel, Germany, 102 p.

Summary

Guidimé L.S., Kpérou Gado B.O., Djènantin A.J., Imorou Sidi H., Babatoundé S. Weight-gain and economic performance of Borgu bull calves supplemented with Vitanimal in Benin

In order for animals to improve their production potential, especially during the dry season when fodder becomes scarce and of poor quality, feed supplements are increasingly made available to them. The effect of Vitanimal, an industrially made feed, mixture of husks and cotton cake, was tested on 15 Borgu bull calves at the Okpara Breeding Farm in order to measure its impact on their growth. The cattle were divided into three groups of five bulls each with an average weight of 103 kg \pm 22 kg. They were fed the test feed in equal parts before and after grazing. Group 1 was the unsupplemented control, groups 2 and 3 received 1 and 2 kg per day of Vitanimal feed supplementation, respectively. Refusals were quantified. The animals were also given water and salt blocks *ad libitum*. Calves were weighed every other week for 90 days. Analyses highlighted a significant difference ($p < 0.05$) between groups 2 and 3 in the tested feed intake. The results showed a significant effect of Vitanimal on the growth of the calves. The average daily gains in the control group, in group 2 and in group 3 were 386 \pm 147 g, 652 \pm 115 g and 927 \pm 160 g, respectively. The impact of Vitanimal depended thus on the amount fed, and the group 3 diet was more cost-effective, with a 238% return on investment, than group 2 (232%).

Keywords: Borgu cattle, calves, meat animals, weight gain, ruminant feeding, feed supplements, Benin

Resumen

Guidimé L.S., Kpérou Gado B.O., Djènantin A.J., Imorou Sidi H., Babatoundé S. Rendimientos zoo económicos de toretes de raza Borgu suplementados con Vitanimal en Benin

Con el fin de permitir a los animales el mejoramiento de su potencial de producción, sobretodo en la estación seca, cuando el forraje escasea y es de calidad mediocre, suplementos alimenticios se ponen con más y más frecuencia a su disposición. Se investigó el efecto de Vitanimal, alimento producido industrialmente, mezcla de conchas y torta de algodón, en 15 toretes de raza Borgu en la Finca de cría de Okpara, con el fin de medir su impacto sobre el crecimiento de los bovinos. Estos últimos se repartieron en tres lotes de cinco toretes cada uno con un peso medio de 103 kg \pm 22 kg. Recibieron la ración del alimento investigado antes y después del pastoreo en partes iguales. El lote 1 fue el lote control (sin suplemento), los lotes 2 y 3 beneficiaron respectivamente de 1 y 2 kg por día del suplemento alimenticio Vitanimal. Se cuantificaron los residuos. Los animales también beneficiaron de agua y piedras para lamer *ad libitum*. Se efectuaron pesajes cada quince días durante 90 días. Los análisis mostraron una diferencia significativa ($p < 0,05$) entre los lotes 2 y 3 para la ingestión del alimento estudiado. Los resultados mostraron un efecto significativo del Vitanimal sobre el crecimiento de los toretes. Las ganancias de peso cotidianas promedio en el grupo control, en el lote 2 y en el lote 3 fueron respectivamente de 386 \pm 147 g, 652 \pm 115 g y 927 \pm 160 g. El impacto del Vitanimal fue resultado en la cantidad distribuida y la ración del lote 3 resultó económicamente más rentable, con una tasa de rentabilidad económica de 238% contra 232% para el lote 2.

Palabras clave: ganado bovino Borgu, ternero, animales de carne, ganancia de peso, alimentación de rumiantes, suplementos de piensos, Benín

Influence of the diet on the composition of the earthworm *Eudrilus eugeniae*

Patrick Byambas^{1,2*} Caroline Douny³ Nassim Moula¹
Marie-Louise Scippo³ Jean-Luc Hornick¹

Keywords

Eudrilus eugeniae, earthworms, animal feeding, animal protein, fatty acids

Submitted: 5 April 2020
Accepted: 12 January 2021
Published: 31 March 2021
DOI: 10.19182/remvt.36320

Summary

The earthworm *Eudrilus eugeniae* is a well-known source of protein in animal feeding but there is lack of information on its fatty acid profile. This study aimed to determine its nutrient components and fatty acid profile. Earthworms were bred in substrate containing organic matter; peanut powder was added in the experimental group diet. The nutrient components (protein, ash, and minerals) of the adult worms were determined according to the Kjeldahl method and by atomic absorption spectrophotometer. The fatty acid profile was determined by gas chromatography / mass spectrometry. The dry-matter protein content significantly increased in worms fed peanut powder ($p < 0.05$) as did the minerals measured. The main fatty acid families had similar proportions in the groups. In the saturated fatty acids, C12:0 and C18:0 were present in higher proportions in both groups, whereas in monounsaturated fatty acids, C18:1 ω 9 prevailed. Significant differences ($p < 0.05$) in polyunsaturated fatty acids were observed between the two groups. An increase in the proportion of ω 6 and ω 3 was observed in the experimental group compared to the control. This study showed that peanut powder significantly influenced nutrient components of *E. eugeniae*. The fatty acid profile of this species was similar to that of most animals. Earthworms' diet can be altered to improve the nutritional value of *E. eugeniae*.

■ How to quote this article: Byambas P., Douny C., Moula N., Scippo M.-L., Hornick J.-L., 2021. Influence of the diet on the composition of the earthworm *Eudrilus eugeniae*. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 74 (1): 55-59, doi: 10.19182/remvt.36320

INTRODUCTION

Earthworms are a source of nutrients for animal feeding (Heuzé et al., 2020). They are a natural feed for poultry and there is growing interest in including them in their diet. Fat represents almost 9% of the dry matter (DM) of earthworms and proteins are about 57.9% (Heuzé et al., 2020). Fatty acids (FAs) determine, in part, the nutritional value of feeds for livestock (Chilliard et al., 2008). Their transfer into food

from animal origin thus contributes to improving human nutrition. Several studies have shown that the fat content of animal diets influences the lipid content of products such as meat. Polyunsaturated fatty acids from feed could be transferred into muscles with effects on chicken meat quality (Chilliard et al., 2008). The dynamics of transformation and translocation of FAs have been studied in *Lumbricus terrestris* L. and revealed that significant changes in FA concentration and content occur at very small spatial scales inside the gut of that earthworm (Sampedro and Whalen, 2007). In some aquatic invertebrates (Sushchik et al., 2003), the impact of dietary FAs on the FA profile of tissues has been reported.

However, no study has examined the feed contribution to the FA profile of terrestrial worms, in particular *Eudrilus eugeniae*. As feed, peanuts have never been used to study the effect of fatty feeds on the FA profile of earthworms. Peanut powder as a source of fat could influence the FA profile of *E. eugeniae*. Peanut is an interesting source of fat for feeding and contains about 490 g.kg⁻¹ DM (Settaluri et al., 2012). This work aimed to study the influence of peanut powder on the fatty acid content of *E. eugeniae*, whose breeding would provide feed supplementation to poultry.

1. Department of Fundamental and Applied Research for Animals and Health, Faculty of Veterinary Medicine, University of Liège, Quartier Vallée

2. av. de Cureghem 10 Bât. B43, 4000 Liège, Belgium.

2. Department of Zootechny, Institute of Agronomic and Forestry Research (IRAF), National Center of Technology and Scientific and Technological Research (CENAREST), Libreville, Gabon.

3. Laboratory of Food Analysis, Department of Food Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Fundamental and Applied Research for Animals and Health (FARAH), Veterinary Public Health, University of Liège, B-4000 Liège, Belgium.

* Corresponding author

Email: byambaspatrick@gmail.com



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

■ MATERIALS AND METHODS

Study site

The study was conducted at the Forestry and Agricultural Research Institute (IRAF) in Libreville in Gabon. It is located between 4° S and 2°3' N, and 8° and 15° E. The average rainfall is 2000 mm/year with an average temperature of 27°C and relative humidity of 80% (Emane Mba and Edou-Minko, 2003). The experimental breeding was located in a half-open room with room temperature close to outside temperature.

Experimental design

The breeding technique (Tahir and Hamid, 2012) was described and used in India. The reference density was 1.6 kg of worms/m² or 6000 worms/m³ of substrates (Francis et al., 2003). In this report, 10 plastic containers of about three liters (23 x 19 x 8 cm) were used. The substrate was composed of a mixture of free and locally available organic materials (9% cow dung, 29% potting soil, 24% coconut fibers, 24% sawdust, and 9% meadow compost). All blends were made to obtain a carbon by nitrogen ratio of 30 (Nayak, et al., 2013). The plastic containers were randomly divided into two groups: control and treatment. The composition of substrates in each container was repeated five times in each group (n = 5). Each substrate was precomposted for 14 days. This process eliminates toxic gases and avoids mortality of earthworms in early breeding (Nayak, et al., 2013). Then ten adult worms were added to each container.

The diet was chosen for its fat content (Settaluri et al., 2012), the worms were thus fed with peanut seeds. Mature peanut seeds were obtained from local farmers. They were sun-dried and powdered into smaller than one-millimeter particles before being introduced into the breeding containers of the treated group; the control group did not receive additional feed. Peanut powder was given once or twice a week. Earthworms can consume 50–100% of their body weight in a day (Heuzé et al., 2020). The quantity of feed was equal to the biomass of earthworms in each container. At the end of the three-month rearing period, all clitellated worms were taken out from each container, gently rinsed and kept for one month at -18°C before analysis to determine the chemical composition and the fatty acid profile.

Nutrient components

The nutrient components of *E. eugeniae* was analyzed to determine crude protein, ash, calcium, phosphorous, potassium, sodium and magnesium. Crude protein was determined by the micro Kjeldahl method (ISO 937) using PYREX 500 ml Kjeldahl Nitrogen Distillation Apparatus. Minerals were determined by an atomic absorption spectrophotometer method (Mosier, 1985).

Chemical reagents and materials

Free fatty acids standards were purchased from Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA). Hexane and toluene were of Picograde quality and provided by Promochem (Wesel, Germany). Chromanorm-quality methanol and chloroform were provided by VWR International (West Chester, PA, USA). Sulfuric acid (95–97%) was from Acros Organics (Belgium, WI, USA). Potassium chloride, sodium chloride and potassium carbonate were from Merck (Darmstadt, Germany). Individual stock solutions of each fatty acid standard in hexane were used to prepare a pool of 23 FA standards for calibration. Nonadecanoic acid (C19:0) was used as internal standard.

Fat extraction

The fat content was determined by the Folch method (Folch et al., 1957). Two grams of the sample was weighed into a 50-ml centrifuge

tube (Greiner BioOne, Frickenhausen, Germany). The extraction was performed while shaking the tube upside-down overnight with 40-ml chloroform/methanol (2:1 v/v). The sample was then filtered through a paper filter in a new 50-ml centrifuge tube and 8-ml KCl 0.88% w/v was added. The tube was vortexed on a REAX Top vortex from Heidolph (Germany) and centrifuged at 3700 g for 10 min and a Mini-fuge T centrifuge from Heraeus (Germany). The upper aqueous phase was discarded and the lower phase (10 ml) was poured in a test tube previously dried and weighed. The solvent was evaporated in an oven at 60°C and the tube weighed to determine the fat content.

Fatty acid profile

The fatty acid profile was determined by the analysis of the fatty acid methyl esters (FAMES) by gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) according to Douny et al. (2015). FAMES were separated on a Focus GC gas chromatograph (Thermo Fisher Scientific) using a CP-Sil88 column (Varian, 100 m x 0.25 mm, 0.2 mm) and analyzed with an iron trap PolarisQ mass spectrometer (Thermo Fisher Scientific). The peaks were identified by comparing their mass spectrum and retention times with those of the corresponding standards. "FAMES were detected using selected ion monitoring mode in five segment windows. In each chromatographic run, different ions were monitored for each fatty acid analyzed, which allowed to perform detection and quantitative analysis: m/z 74+143 for saturated fatty acids (SFAs), and 79+91 for monounsaturated fatty acids (MUFAs) and polyunsaturated fatty acids (PUFAs). The sum of SFAs, MUFAs, and PUFAs were individually expressed as the percentage of total fatty acids."

For quantification, an "8-point-calibration curve containing standard solutions and the internal standard was performed for each of the 23 fatty acids methyl esters determined. The response (ratio between FAMES and the internal standard peak areas) was plotted against standard concentrations. A linear regression was used and no fit weighing was applied."

Statistical analysis

In each sample, the effect of the diet on nutrient components and fatty acid profile of *E. eugeniae* was analyzed using Student's t test. Differences were considered as significant at the alpha level $p < 0.05$.

■ RESULTS AND DISCUSSION

Effects of peanut powder on some nutrient components of *Eudrilus eugeniae*

The effects of the diet on the nutrient components of *E. eugeniae* are presented in Table I. Peanut powder had an impact on nutrient components as most of the nutrients increased significantly ($p < 0.05$). Among major nutrients in animal feeding, proteins increased by about 7%. Lipids amounted to about 4% of DM. Total lipids decreased in the experimental group, compared to the control group (3.8% vs 4.3% DM). The phosphorus and potassium increased by 1 g/kg each. No significant difference was observed in sodium content between the control and experimental groups ($p > 0.05$).

The nutrient components of *E. eugeniae*, especially as a source of protein for animal feed, have been reported in many studies (Moreki and Tiroesele, 2012). Our experiment showed that the nutrient components of *E. eugeniae* were influenced by the diet. These results are similar to studies that state that feeding can significantly influence the nutrient components of an animal (Bourre, 2005). In our study, the external source of feed was peanut powder, which is rich in fat for animal feeding (Settaluri et al., 2012).

Table I: Effect of peanut powder on some nutrient components of *Eudrilus eugeniae* /// Effet de la poudre d'arachide sur les composants en nutriments d'*Eudrilus eugeniae*

Nutrients (g/kg DM)	CG	PPG
Crude protein	657.2 ^a ± 0.9	706.2 ^b ± 1.4
Fat	43.1 ^a ± 0.1	38.2 ^a ± 0.3
Ash	105.0 ^a ± 0.7	165.0 ^b ± 1.0
Calcium	7.9 ^a ± 0.1	6.8 ^b ± 0.1
Phosphorus	9.9 ^a ± 0.1	11.1 ^b ± 0.1
Potassium	8.9 ^a ± 0.3	11.5 ^b ± 0.2
Sodium	1.4 ^a ± 0.1	1.6 ^a ± 0.1
Magnesium	1.5 ^a ± 0.1	2.2 ^b ± 0.2

Means ± standard error; n = 5 containers; CG: control group; PPG: peanut powder group; DM: dry matter; ^{a,b} Values with different superscripts in the same row are significantly different (p < 0.05) /// Moyennes ± erreur standard ; n = 5 bacs ; CG : groupe témoin ; PPG : groupe poudre d'arachide ; MS : matière sèche ; ^{a,b} Les valeurs avec des exposants différents sur une même ligne sont significativement différentes (p < 0,05)

The protein content of *E. eugeniae* was influenced positively by the peanut powder. The presence of peanuts in the gut tract could explain the increase in protein content because peanuts are a source of protein. In our study, the gut tract of earthworms was not emptied of feed before analysis. This suggests the ability of earthworms to convert peanut protein into earthworm tissue.

The amount of lipids (about 4% of DM) was slightly less than that reported in other studies (Moreki and Tiroesele, 2012) with the earthworm *Hyperiadrilus euryaulos*. The difference could be due to the species because *H. euryaulos* is larger than *E. eugeniae*. This study revealed that total lipids in earthworms were greater than total lipids in the muscles of some cattle species (Luciano et al., 2011). *E. eugeniae* as a source of nutrients in poultry feed contains fat that can contribute to the composition of egg yolks which contain 31–33% lipids (Cherian, 2015).

Minerals were also significantly influenced by the diet, except for sodium as no significant difference was observed (p > 0.05). Earthworms are able to concentrate most of the macro minerals in their tissue and the variations observed are probably due to the diet. The nutrient components of *E. eugeniae* and all those of annelids are likely to vary depending on the composition of the substrate on which they are bred or maintained (Moreki and Tiroesele, 2012).

Fatty acid profile of *Eudrilus eugeniae* fed peanut powder

Table II shows the fatty acid profile of *E. eugeniae* fed peanut powder. Slightly more than half of the fatty acids were from the SFA family, followed by PUFA (about 30%), and MUFA. The proportion of SFAs did not differ significantly between groups, but their amount was higher in the control group (583 g.kg⁻¹ of FAs) than in the experimental group (519 g.kg⁻¹ of FAs). Among the SFAs which occurred in higher proportion in both groups were C14:0, C16:0 and C18:0. The amount of C18:0 increased significantly (p = 0.008) in the experimental group (173 g.kg⁻¹ of FAs) compared to the control group (110 g.kg⁻¹ of FAs). A decrease in the proportions of MUFAs was observed in the experimental group (130 g.kg⁻¹ FAs vs 139 in the control). Among MUFAs, C18:1ω9 had a higher proportion in both groups. Significant differences in the proportion of this FA were observed (p < 0.05) between the groups.

PUFAs increased significantly (p < 0.05) in the experimental group compared to the control group (278 vs 351 g.kg⁻¹ FAs). The amount of ω6 reached the highest proportion, followed by ω3. With regard

to ω6, no significant differences were observed between the control and experimental group. The diet induced a significant decrease in C18:2ω6 proportion in the experimental group. For C20:4ω6 the increase was significant. A significant ω-3-proportion difference was observed between the groups. Both C20:3ω3 and C20:5ω3 increased significantly in the experimental group (p < 0.05). Noteworthy, C18:3ω3, C18:4ω3, C22:5ω3 and C22:6ω3 were under the detectable limit (0.1% of total FAs); C20:5ω3 presented the highest proportion in this group (p < 0.05).

SFAs were found in greater amounts followed by PUFAs. The presence of SFAs in sufficient amounts in *E. eugeniae* can be interesting for poultry feeding as a source of energy because they will influence their content in poultry tissues (Milićević et al., 2014). In the SFA family, FAs with more than 10 carbon atoms (C12:0, C14:0, and C18:0) were largely present in *E. eugeniae*. The same observation was reported by Rouabah-Sadaoui and Marcel (1995) with *Eisenia fetida*. We also observed that in this family C16:0 and C18:0 were abundant, and their concentration increased in the experimental group, probably because of their transfer from peanuts to *E. eugeniae* tissues. These FAs are also the most abundant in peanuts (palmitic acid, 63.4 g.kg⁻¹ fat; stearic acid, 57.4 g.kg⁻¹ fat) considering the SFA family (Settaluri et al., 2012).

In the PUFA family, C20:4ω6, C20:5ω3 and C18:2ω6 were the most abundant. In the ω3 and ω6 groups they are called essential FAs because vertebrates cannot synthesize them (Settaluri et al., 2012) and many experiments in animal feeding aim to increase their proportion in animal tissues for healthier human foods. The ω3 and ω6 have a unique role in the growth, immune health, and development of the central nervous system of vertebrates (Kabeya et al., 2018). The presence of these FAs in earthworms is interesting for poultry feeding to enrich chicken products with FAs e.g. of the ω3 group, in particular

Table II: Fatty acid profile of *Eudrilus eugeniae* /// Profil des acides gras d'*Eudrilus eugeniae*

Fatty acids (g/kg FAs)	CG	PPG
MUFAs	139.4 ^a ± 3	130 ^a ± 11.1
PUFAs	277.9 ^a ± 3.5	351.4 ^b ± 20.5
SFAs	582.6 ^a ± 4	518.5 ^a ± 30.7
ω3	65.5 ^a ± 2.7	110.8 ^b ± 10
ω6	212.4 ^a ± 2.3	240.6 ^a ± 15.4
C12:0	181.1 ^b ± 10.7	96.2 ^a ± 26.8
C13:0	16.8 ^a ± 1.3	15 ^a ± 3.3
C14:0	141.6 ^b ± 4.7	89.4 ^a ± 19.6
C16:0	113.3 ^a ± 8.9	116.5 ^a ± 19.3
C17:0	13.8 ^a ± 0.8	24.7 ^a ± 4.5
C18:0	110.1 ^a ± 4.3	172.7 ^b ± 15.2
C22:0	6.3 ^a ± 0.7	4.6 ^a ± 0.1
C16:1ω7	18.7 ^a ± 1	31 ^a ± 4
C18:1ω9	120.6 ^a ± 2.9	99 ^a ± 10.6
C18:2ω6	103 ^a ± 2.3	92.9 ^a ± 8.1
C20:2ω6	27.6 ^a ± 0.6	27.2 ^a ± 2.3
C20:4ω6	81.7 ^a ± 2.4	120.4 ^b ± 6.6
C20:3ω3	19 ^a ± 1.6	33.3 ^b ± 2.3
C20:5ω3	46.4 ^a ± 1.7	77.4 ^b ± 8.5

MUFAs: monounsaturated fatty acids; PUFAs: polyunsaturated FAs; SFAs: saturated FAs; Means ± standard error; n = 5 containers; CG: control group; PPG: peanut powder group; DM: dry matter; ^{a,b} Values with different superscripts in the same row are significantly different (p < 0.05) /// MUFAs : acides gras mono-insaturés ; PUFAs : acides gras polyinsaturés ; SFAs : acides gras saturés ; Moyennes ± erreur standard ; n = 5 bacs ; CG : groupe témoin ; PPG : groupe poudre d'arachide ; MS : matière sèche ; ^{a,b} Les valeurs avec des exposants différents sur une même ligne sont significativement différentes (p < 0,05)

C18:3 ω 3 (alpha-linolenic acid, ALA), C20:5 ω 3 (eicosapentaenoic acid, EPA), and 22:6 ω 3 (docosahexaenoic acid, DHA). The amount of ALA and DHA in earthworms is much lower than in fish (< 0.1 vs 3 g.kg⁻¹ FAs and < 0.1 vs 13 g.kg⁻¹ FAs for ALA and DHA, respectively) (Bourre, 2005). However, earthworms contained high amounts of EPA (7–17 g.kg⁻¹ FAs vs 46–77 g.kg⁻¹ FAs). The unsaturated ω -3-fatty acids increased significantly in earthworms fed peanut powder ($p < 0.05$). Even though C18:3 ω 3, C18:4 ω 3, C22:5 ω 3 and C22:6 ω 3 were below the detection limit, an increase near 50% was observed with C20:3 ω 3 and C20:5 ω 3. The amounts of ω 3 are low in peanuts (Settaluri et al. 2012), therefore the increase should result from the synthesis of FAs by earthworms. The presence of C20:5 ω 3 in relatively abundant quantity in *E. eugeniae* has also been reported by some authors (Limsuwath et al., 2012), and *L. terrestris* can probably biosynthesize C20:5 ω 3. This indicates that earthworms could be a very interesting source of very long chain ω 3 FAs for animal feeding.

The peanut powder affected the amount of ω 6 in *E. eugeniae*. The increase could be attributed to peanuts which contain high amounts (320 g.kg⁻¹ FAs) of ω 6 (Settaluri et al., 2012). However, the fact that the earthworms of our experiment were rich in ω 6 could be due to the fact that many invertebrates, like earthworms, synthesize PUFAs (Kabeya et al., 2018). This result is similar to that reported by Limsuwath et al. (2012), who found that C20:4 ω 6 is among the major FAs in *L. terrestris*. C20:4 ω 6 has been influenced by the diet in addition to the fact that earthworms like sandworms are able to synthesize it (Limsuwath et al., 2012).

■ CONCLUSION

The current study showed that peanut powder had significant effects on the nutrient components and fatty acid profile of *E. eugeniae*. However, it must be acknowledged that peanuts have good nutritional components. To our knowledge, this study is the first to report the effects of peanut powder on the FA profile of *E. eugeniae*. It shows specific characteristics that could be influenced by the feeding environment but that could also result from acid biosynthesis by the earthworms. However, the study clearly showed that earthworms improved the FA profile by increasing very long chain omega-3 FAs. The FA content of *E. eugeniae* revealed that it could substitute fish meal in animal feeding as a source of protein and essential FAs. More experiments should be carried out to enrich data on the effect of diets on the nutrient value and FA profile of earthworms.

Acknowledgments

This research was supported by the Economic Commission for Livestock, Meat and Fishery Resources (CEBEVIRAH) which provided funds for laboratory analysis. The authors also sincerely thank the Food Department of the Faculty of Veterinary Medicine of the University of Liège for their technological contribution.

Author contributions statement

PB and JLH designed, planned and carried out the study; PB collected data in the field and carried out the experimental breeding to feed earthworms; NM, CD and PB performed data analysis and interpretation for nutrient components; CD and PB performed data analysis and interpretation for fatty acid assay and determined the fatty acid profile of *E. eugeniae*; PB, JLH and CD wrote the first version of the manuscript; CD contributed to Materials and Methods for the determination of fatty acids; JLH, MLS and CD revised the manuscript.

Conflicts of interest

This study was carried out without any conflict of interest.

REFERENCES

- Bourre J.M., 2005. Enrichissement de l'alimentation des animaux avec les acides gras ω -3: Impact sur la valeur nutritionnelle de leurs produits pour l'homme. *Med. Sci (paris)*, **21** (8-9): 773-779, doi: 10.1051/medsci/2005218-9773
- Cherian G., 2015. Nutrition and metabolism in poultry: Role of lipids in early diet. *J. Anim. Sci. Biotechnol.*, **6** (1), doi: 10.1186/s40104-015-0029-9
- Chilliard Y., Bauchart D., Lessire M., Schmiedly P., Mouro J., 2008. Qualité des produits Modulation par l'alimentation des animaux de la composition en acides gras du lait et de la viande. *Prod. Anim.*, **21** (1): 95-106, doi: 10.20870/productions-animales.2008.21.1.3380
- Douny C., El Khoury R., Delmelle J., Brose F., Degand G., Moula N., Farnir F., et al., 2015. Effect of storage and cooking on the fatty acid profile of omega-3 enriched eggs and pork meat marketed in Belgium. *Food Sci. Nutr.*, **3** (2): 140-152, doi: 10.1002/fsn3.197
- Emane Mba S., Edou-Minko A., 2003. Etude des propriétés physiques des sols de savane du plateau manganésifère Okouma (Gabon) en zone équatoriale. *Sci. Med.*, **2**: 25-43
- Folch J., Lees M., Sloane Stanley G.H., 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* **226** (1): 497-509, doi: 10.1016/S0021-9258(18)64849-5
- Francis F., Hauberge E., Thang P.T., Kinh L.V., Lebaillly P., Gaspar C., 2003. Technique de Lombriculture au Sud Vietnam. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **7** (3-4): 171-175
- Heuzé V., Tran G., Sauvant D., Bastianelli D., Lebas F., 2020. Earthworm meal. Feedipedia, INRAE, CIRAD, AFZ, FAO. www.feedipedia.org/node/665 (accessed 15 Nov. 2020)
- Kabeya N., Fonseca M.M., Ferrier D.E.K., Navarro J.C., Bay L.K., Francis D.S., Tocher D.R., et al., 2018. Genes for de novo biosynthesis of omega-3 polyunsaturated fatty acids are widespread in animals. *Sci. Adv.*, **4** (5): 1-8, doi: 10.1126/sciadv.aar6849
- Limsuwath M., Sooksai S., Chunhabund S., Noitung S., Ngamrojana N., Petsom A., 2012. Fatty Acid Profile and Lipid Composition of Farm-raised and Wild-caught Sandworms, *Perinereis nuntia*, the Diet for Marine Shrimp Broodstock. *Asian J. Anim. Sci.*, **6** (2): 65-75, doi: 10.3923/ajas.2012.65.75
- Luciano G., Moloney A.P., Priolo A., Röhrle F.T., Vasta V., Biondi L., López-Andrés P., et al., 2011. Vitamin E and polyunsaturated fatty acids in bovine muscle and the oxidative stability of beef from cattle receiving grass or concentrate-based rations. *J. Anim. Sci.*, **89** (11): 3759-3768, doi: 10.2527/jas.2010-3795
- Miličević D., Vranić D., Mašić Z., Parunović N., Trbović D., Nedeljković-Trailović J., Petrović Z., 2014. The role of total fats, saturated/unsaturated fatty acids and cholesterol content in chicken meat as cardiovascular risk factors. *Lipids Health Dis.*, **13** (1): 42, doi: 10.1186/1476-511X-13-42
- Moreki J., Tiroesele B., 2012. Termites and Earthworms As Potential Alternative Sources of Protein for Poultry. *Int. J. Agro Vet. Med. Sci.*, **6** (5): 368, doi: 10.5455/ijavms.174
- Mosier E.L., 1985. Atomic absorption spectrometry. *Earth-Sci. Rev.*, **22** (1): 99-100, doi: 10.1016/0012-8252(85)90048-0
- Nayak A.K., Varma V.S., Kalamdhad A.S., 2013. Effects of various C/N ratios during vermicomposting of sewage sludge using *Eisenia fetida*. *J. Environ. Sci. Technol.*, **6** (2): 63-78, doi: 10.3923/jest.2013.63.78
- Rouabah-Sadaoui L., Marcel R., 1995. Les glucides et les lipides du clitellum et de l'albumen du cocon chez *Eisenia fetida* sav (annélide oligochète). *Reprod. Nutr. Dev.*, **35** (5): 537-548, doi: 10.1051/rnd:19950506
- Sampedro L., Whalen J.K., 2007. Changes in the fatty acid profiles through the digestive tract of the earthworm *Lumbricus terrestris* L. *Appl. Soil Ecol.*, **35** (1): 226-236, doi: 10.1016/j.apsoil.2006.04.007
- Settaluri V.S., Kandala C.V.K., Puppala N., Sundaram J., 2012. Peanuts and Their Nutritional Aspects. A Review. *Food Nutr. Sci.*, **3** (12): 1644-1650, doi: 10.4236/fns.2012.312215
- Sushchik N.N., Kalacheva G.S., Zhila N.O., Gladyshev M.I., Volova T.G., 2003. A Temperature Dependence of the Intra- and Extracellular Fatty-Acid Composition of Green Algae and Cyanobacterium. *Russ. J. Plant Physiol.*, **50** (3): 374-380, doi: 10.1023/A:1023830405898
- Tahir T.A., Hamid F.S., 2012. Vermicomposting of two types of coconut wastes employing *Eudrilus eugeniae*: a comparative study. *Int. J. Recycl. Org. Waste Agric.*, **1** (1): 7, doi: 10.1186/2251-7715-1-7

Résumé

Byambas P., Douny C., Moula N., Scippo M.-L., Hornick J.-L.
Influence du régime alimentaire sur la composition du ver de terre *Eudrilus eugeniae*

Le ver de terre *Eudrilus eugeniae* est une source de protéines bien connue en alimentation animale mais il y a un manque d'informations sur son profil d'acides gras. Cette étude visait à déterminer ses composants en nutriments et son profil d'acides gras. Des vers de terre ont été élevés dans un substrat contenant des matières organiques ; de la poudre d'arachide a été ajoutée au régime du groupe expérimental. Les vers adultes ont été analysés pour les composants en nutriments (protéines, cendres et minéraux) selon la méthode micro Kjeldahl et le spectrophotomètre d'absorption atomique. Le profil des acides gras a été déterminé par chromatographie en phase gazeuse / spectrométrie de masse. La teneur en protéines de la matière sèche a augmenté de manière significative chez les vers nourris à la poudre d'arachide ($p < 0,05$), ainsi que les minéraux mesurés. Les principales familles d'acides gras avaient des proportions similaires dans les groupes. Dans les acides gras saturés, C12:0 et C18:0 étaient présents dans des proportions plus élevées dans les deux groupes, alors que dans les acides gras mono-insaturés, C18:1 ω 9 prédominait. Des différences significatives ($p < 0,05$) dans les acides gras polyinsaturés ont été observées entre les deux groupes. Une augmentation de la proportion de ω 6 et ω 3 a été observée dans le groupe expérimental par rapport au groupe témoin. Cette étude a montré que la poudre d'arachide influençait significativement les composants en nutriments d'*E. eugeniae*. Le profil des acides gras de cette espèce était similaire à celui de la plupart des animaux. Le régime alimentaire des vers de terre peut être modifié pour améliorer la valeur nutritionnelle de *E. eugeniae*.

Mots-clés : *Eudrilus eugeniae*, ver de terre, alimentation des animaux, protéine animale, acide gras

Resumen

Byambas P., Douny C., Moula N., Scippo M.-L., Hornick J.-L.
Influencia de la dieta en la composición de la lombriz de tierra *Eudrilus eugeniae*

La lombriz de tierra *Eudrilus eugeniae* es una fuente de proteína animal bien conocida en la alimentación animal, pero existe falta de información sobre su perfil en ácidos grasos. El objetivo del presente estudio fue el de determinar sus componentes nutricionales y su perfil de ácidos grasos. Las lombrices de tierra fueron criadas en un sustrato que contenía materia orgánica; polvo de cacahuete se agregó a la dieta del grupo experimental. Los componentes nutricionales (proteína, ceniza y minerales) de las lombrices adultas fueron determinados mediante el método de Kjeldahl y mediante espectrofotómetro de absorción atómica. El perfil de ácidos grasos fue determinado mediante cromatografía de gases/ espectrometría en masas. El contenido de proteínas en la materia seca aumentó significativamente en los gusanos alimentados con polvo de cacahuete ($p < 0,05$), al igual que los minerales medidos. Las principales familias de ácidos grasos tenían proporciones similares en los grupos. Entre los ácidos grasos saturados, C12:0 y C18:0 estuvieron presentes en mayores proporciones en ambos grupos, mientras que entre los ácidos grasos monoinsaturados predominó C18:1 ω 9. Se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en los ácidos grasos poliinsaturados entre los dos grupos. Un aumento en la proporción de ω 6 and ω 3 se observó en el grupo experimental en comparación con el grupo control. El presente estudio demostró que el polvo de cacahuete influyó significativamente en los componentes nutricionales de *E. eugeniae*. El perfil de ácidos grasos de esta especie fue similar al de la mayoría de los animales. La dieta de las lombrices de tierra podría ser alterada para mejorar el valor nutritivo de *E. eugeniae*.

Palabras clave: *Eudrilus eugeniae*, lombriz de tierra, alimentación de los animales, proteínas de origen animal, ácidos grasos

Ticks of the genus *Rhipicephalus* Koch, 1844 in Senegal: Review host associations, chorology, and associated human and animal pathogens

Massamba Sylla^{1,2*} Marc Souris³ Jean-Paul Gonzalez^{4,5}

Keywords

Rhipicephalus, hosts, vectors, pathogens, geographical distribution, environment, Senegal

Accepted: 30 October 2020
Published: 31 March 2021
DOI: 10.19182/remvt.36318

Summary

Ticks of the genus *Rhipicephalus* (Acari: Ixodidae) in Senegal were reviewed. The data presented originate from a tick collection maintained at IRD's Laboratory of Medical Entomology since 1967 and continuously enriched with samples obtained from different vertebrate hosts captured during various projects conducted in Senegal from 1987 to 2007. Fifteen *Rhipicephalus* tick species were collected and characterized, resulting in 1127 referenced collections. Three species were of the *Boophilus* subgenus: *Rhipicephalus* (*Bo.*) *annulatus*, *Rh.* (*Bo.*) *decoloratus* and *Rh.* (*Bo.*) *geigy*. The twelve others were *Rh. boueti*, *Rh. cuspidatus*, *Rh. evertsi*, *Rh. guilhoni*, *Rh. lunulatus*, *Rh. muhsamae*, *Rh. sanguineus*, *Rh. senegalensis*, *Rh. sulcatus*, *Rh. tricuspis*, *Rh. turanicus* and *Rh. ziemanni*. Although there were recent indications that *Rh. turanicus* should have been considered as part of the *Rh. sanguineus* s.l. complex, data regarding these two ticks were presented separately. The collection comprised 14,165 tick specimens at different developmental stages. Data concerning their host relationships as well as distribution and seasonal dynamics were also presented. Vertebrate hosts were identified and listed in the different ecological zones of Senegal. The role of the ticks as potential vectors of pathogens has been reviewed. Climate change, causing variations in rainfall and temperature, will impact tick distribution and dynamics. The situation supports the necessity of this inventory of tick populations for (re)emerging tick-borne diseases surveillance and monitoring.

■ How to quote this article: Sylla M., Souris M., Gonzalez J.-P., 2021. Ticks of the genus *Rhipicephalus* Koch, 1844 in Senegal: Review host associations, chorology, and associated human and animal pathogens. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 74 (1): 61-69, doi: 10.19182/remvt.36318

■ INTRODUCTION

Since the beginning of the 1970s, a drought cycle without equivalent elsewhere in the world persists in sub-Saharan Africa. Compared to 1947–1968, the average annual rainfall actually decreased by 200 mm,

corresponding to a deficit of 20% to 50% (L'Hôte and Mahé, 1996; Le Barbé et al., 2002). Since the World Meteorological Organization began recording average temperatures on Earth in 1860, the United States of America's National Aeronautics and Space Administration (www.giss.nasa.gov/research/news/20190206/) recorded the highest temperatures on the surface of the Earth from 2015 to 2019, showing a continuum in the Planet's long-term warming trend. The five warmest years are all posterior to 2010, year 2016 recording the highest globally averaged land surface temperature at 2.35°C above the 20th century average (NOAA, 2017). Dry years have become more frequent, occur at shorter intervals (Kasei et al., 2010), and the areal coverage of drought has also increased in Western Africa. More severe future droughts are predicted in the Sahel (Shanahan et al., 2009). Climate change projections in sub-Saharan Africa point to a warming trend, with frequent occurrences of extreme heat events, increasing aridity and changes in rainfall patterns (Serdeczny et al., 2016).

Several emerging and reemerging infectious diseases, related to climatic changes have suddenly appeared in naïve animal and human

1. UR 178, Conditions et territoires d'émergence des maladies (CTEM), Institut de recherches pour le développement (IRD), Centre IRD de Hann, BP 1386, CP 18 524, Dakar, Sénégal.

2. Laboratoire Vecteurs & Parasites, Département sciences et techniques de l'élevage, Université du Sine Saloum El Hadji Ibrahima NIASS (USSEIN), Campus de Kaffrine, Sénégal.

3. UR 178 CTEM, IRD, UMR Unité des virus émergents, Marseille, France.

4. UR 178 CTEM, IRD, Montpellier, France.

5. Georgetown University, School of Medicine, Washington, DC, USA.

* Corresponding author

Tel.: +221 33 849 35 35; Email: massylla19@gmail.com



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

populations in Africa in the last decades, and several works were undertaken to tackle particularly those that were vector-borne. Temperature changes as well as rainfall intensity and variability are assumed to have marked effects on the vectorial capacity of arthropod vectors of viral, bacterial and parasitic diseases (Kovats et al., 2001; Patz et al., 2008). The understanding of the current chorology of ticks, especially those known as vectors of pathogenic agents, appears crucial in view of climatic changes (i.e. temperature, hygrometry), which underlie their current and future distribution and the risk of emergence of their carried pathogenic agents. In this context, we intended to review rhipicephalid ticks known in Senegal for future follow-up studies on tick-borne diseases.

The genus *Rhipicephalus* Koch, 1844 (Ixodidae, Rhipicephalinae), is the richest of the ixodid fauna of the Western subregion of the Afro-tropical zoogeographical region (referred to hereafter as the Western subregion) (Camicas et al., 1998; Walker et al., 2000; Morel, 2003). Most of its members parasitize mammals in the African continent. Except for the newly defined subgenus *Boophilus* (Beati and Keirans, 2001; Murrell and Barker, 2003) which is monophasic, and *Rhipicephalus evertsi*, a two-host exophilic tick, *Rhipicephalus* spp. have a three-host life cycle mostly associated with wild animals but they also possibly infest livestock. Recently, *Rh. turanicus*, which was until now considered as a separate taxon, was synonymized with *Rh. sanguineus* (Nava et al., 2015; Hekimoğlu et al., 2016). The data concerning both species are however presented separately below. To establish a list of the ixodid fauna infesting livestock and wild animals in Senegal, various studies have been carried out (Sylla et al., 2007; Sylla et al., 2008a). The present review lists the *Rhipicephalus* species occurring in Senegal, and reports their host association, chorology, and disease relationships.

■ MATERIALS AND METHODS

The research complied with legal requirements of the Senegalese authorities and adhered to the principles for the ethical treatment of wildlife. An authorization to conduct wild animals trapping and tick collections was granted by the Direction of Wildlife Services, Ministry of Environment and Nature Protection, Senegal (Approval # 001270 DEF/DGF 2002, Direction des eaux et forêts, chasses, et de la conservation des sols), and ratified by the Research Institute for Development (IRD, Marseille, France).

The data presented here originate from a tick collection currently held at IRD Laboratory of Medical Zoology, at Mbour Center, 90 kilometers southeast of Dakar (Senegal). This collection, set up in the 1960s, has been continuously enriched over time by different tick research projects conducted in Senegal. The Crimean-Congo Hemorrhagic Fever (CCHF) Program, 1987–1993, aimed to identify the tick species involved in CCHF virus ecology in the birds, wild mammals and livestock investigated, after ticks were removed for virus detection (Camicas et al., 1990). The climatic Change and Health Project (IRD, Action thématique interdisciplinaire, 2003–2004) focused on tick inventory and the impact of climatic change on their geographical distribution with respect to CCHF risk of emergence in Senegal and Mauritania (Wilson et al., 1990). During these two studies, rodents have also been caught in different geographical areas of Senegal and ticks removed and conserved for further studies. Ultimately, the EDEN project (European Commission, 2004–2007) related to West Nile virus ecology led to bird trapping in the ‘Parc national des oiseaux du Djoudj’ and the settlement of Barkedji where ticks were removed for virus research. Study sites and tick sampling have been presented in detail elsewhere (Sylla et al., 2007; 2008a).

Geographical position of each locality where a tick sample was found was given either by the gazetteer of Senegal (Board on Geographic

Names, 1965, Dpt. of the Interior, Washington, DC, 20240, 1965, IV + 194 p.) or using GPSMAP 62S (Garmin, Wichita, Kansas). Maps were generated with SavGIS software (IRD, www.savgis.org). A sample (or a collection) is the total tick species (larval, nymphal and adult stages) removed from a vertebrate host in a given location, at the same date. Different tick species can be found simultaneously infesting the same vertebrate host. *Rhipicephalus* spp. were identified with the available identification key adapted to the ixodid fauna of the Western subregion (Matthysse and Colbo, 1987; Walker et al., 2000), and following the systematic terminology retained in Morel (2003), species nomenclature updated by Guglielmone et al. (2010), Nava et al. (2015), and Hekimoğlu et al. (2016). Mammal hosts identification followed Nowak (1999), and Wilson and Reeder (1992) with subsequent minor changes concerning some species, whereas bird host identification was carried out according to Del Hoyo et al. (1994).

■ RESULTS

Tick species identified

Of the 14,165 specimens collected parasitizing mammals and birds, 15 *Rhipicephalus* species were identified (table I). They included three species of the subgenus *Boophilus* Curtice, 1891 (Murrell and Barker, 2003), *Rh. (Boophilus) annulatus*, *Rh. (Bo.) decoloratus* and *Rh. (Bo.) geigy*.

Until recently, other subgenera were considered in the *Rhipicephalus* genus. *Rh. evertsi* belonged thus to the subgenus *Digineus* Pomerantsev, 1936, and *Rh. cuspidatus* to the subgenus *Hyperaspidium* Pomerantsev, 1936. Both species are now classified as *Rhipicephalus* (Guglielmone et al., 2010), as are the other identified species: *Rh. lunulatus*, *Rh. muhsamae* and *Rh. senegalensis* of the *simus* group; *Rh. boueti*, *Rh. guilhoni*, *Rh. sanguineus*, *Rh. sulcatus*, *Rh. tricuspis*,

Table I: Number of collections of *Rhipicephalus* spp. recorded and of ticks obtained per species in Senegal // *Nombre de collections de Rhipicephalus spp. répertoriées et de tiques obtenues par espèce au Sénégal*

Tick species	Number of collections	Total ticks collected / species
<i>Rh. (Boophilus) annulatus*</i>	0	0
<i>Rh. (Boophilus) decoloratus</i>	127	2,368
<i>Rh. (Boophilus) geigy</i>	74	1,721
Total <i>Rh. (Boophilus)</i>	201	4,089
<i>Rh. evertsi</i>	196	2,610
<i>Rh. cuspidatus</i>	31	533
<i>Rh. boueti</i>	1	3
<i>Rh. guilhoni</i>	133	1,329
<i>Rh. lunulatus</i>	17	121
<i>Rh. muhsamae</i>	147	2,148
<i>Rh. sanguineus</i>	35	220
<i>Rh. senegalensis</i>	49	1,014
<i>Rh. sulcatus</i>	308	2,025
<i>Rh. tricuspis</i>	1	4
<i>Rh. turanicus</i>	3	64
<i>Rh. ziemanni</i>	5	5
Other <i>Rhipicephalus</i>	926	10,076
Overall total	1,127	14,165

* This species has been recorded in Senegal (Morel, 1958) but specimens did not exist in the collection // *Cette espèce a été répertoriée au Sénégal (Morel, 1958) mais les spécimens n'existaient pas dans la collection*

Rh. turanicus (now synonymized with *Rh. sanguineus*) and *Rh. ziemanni* of the *sanguineus* group.

Two main groups were actually distinguished in the former subgenus *Rhipicephalus*, the *sanguineus* and *simus* groups (Camicas et al., 1998), defined on the basis of morphological and bioecological features. This separation does not appear in the recent list of species (Guglielmone et al., 2010; Nava et al., 2015) but we kept it because we consider it as helpful.

The *sanguineus* group is featured by small to medium sized interstitial punctuations, sparsely distributed through the scutum (density of these punctuations is highly variable, sometimes very dense). Post-teromedian stripes (or posterior grooves) appear distinct (deep and wide with wrinkled texture). Seven species of this group are known in Senegal, but also in the Western subregion: *Rh. boueti*, *Rh. guilhoni*, *Rh. sanguineus*, *Rh. sulcatus*, *Rh. turanicus*, *Rh. tricuspis* and *Rh. ziemanni*.

The *simus* group is characterized by a smooth scutum with few scattered medium sized punctuations, the scapular field a little bit raised, smooth and flat. Post-teromedian stripes or posterior grooves appear as lines. Three species belonging to this group are known in Senegal and the Western subregion: *Rh. lunulatus*, *Rh. muhsamae*, and *Rh. senegalensis*.

***Rhipicephalus (Boophilus) annulatus* (Say, 1821) Salmon & Stiles, 1901**

Morel (1958; 2003) reported *Rh. (Bo.) annulatus* infesting cattle in 1956 and 1963 in two locations of Southern Senegal. He stated that this species was present on ruminants in Senegal in the Sudanese and North-Guinean areas. Our investigations did not allow to find it, although it is recorded in Guinea and Mali (Tomassone et al., 2004). The occurrence of this species in South Senegal (Lower Casamance and Eastern Senegal) might be affected by the rainfall decline (2000–2500 mm annual rainfall in 1958 vs 1000–1200 mm in the 1980s; L'Hôte and Mahé, 1996).

***Rhipicephalus (Boophilus) decoloratus* (Koch, 1844) Stiles & Hassall, 1901**

The 'African blue tick' has been frequently recorded (Figure 1) from livestock, mainly cattle, but also goats, sheep and donkeys, and accidentally from one human (Suppl. Mat. I). The species was not

collected from wild animals. *Rh. (Bo.) decoloratus* was recorded mainly in the Sahelian and Sudano-Sahelian zones, but occasionally in the Sudanese zone (Figure 1), confirming previous observations indicating that it infests the four-fifths of the northern parts of the country (Camicas et al., 1986). In the Sahelian area, it is present along the Senegal River Basin (north of the country) and in the Niayes (Northwestern coastal region with dunes and depressions favorable for gardening), but also in the Ferlo (central and western parts of the Sahelian area). In the Niayes, the species is present on cattle all year round (rare from April to June, abundant from July through January, decreasing in population from February to March).

***Rhipicephalus (Boophilus) geigy* Aeschlimann & Morel, 1965**

Known only in the meridional part of Senegal, south of isohyet 1000 mm (Morel, 2003), and therefore characteristic of the Sudanese and Sudano-Guinean areas, *Rh. (Bo.) geigy* is a parasite of wild and domestic ungulates, mainly cattle, in Senegal (Figure 1, Suppl. Mat. II). Adults of the species were also recorded in 1960–1963 in the Niayes on cattle present all year round. It was probably introduced during importation of cows from Tambacounda and Kedougou (Southeast), Kolda and Casamance (Southwestern regions), for the purpose of research on rinderpest (Camicas, pers. commun.). Although located between latitudes 14° 30' and 16° N, the Niayes belong to a particular ecosystem of the Sahelian zone. The relief is characterized by dune strips alternating with interdune depressions (or bowls) where a large variety of vegetable and fruit crops are grown, in an atypical vegetation of sub-Guinean chorological affinity dominated by *Elaeis guineensis*, that refer to lower Casamance. The continental front of the shoreline allows a global view of depressions flooded during heavy rains. This area is nevertheless characterized by a tropical sub-Canarian climate that could settle durably *Rh. (Bo.) geigy* in this microhabitat of the Niayes. Nevertheless, the most recent exhaustive study in the area did not record the species occurrence (Gueye et al., 1986). More investigations are thus needed.

***Rhipicephalus evertsi* Neumann, 1897 sensu Dönitz, 1910**

The red-legged *Rh. evertsi* tick is a monotropic exophilic species, very common and with a large distribution throughout Africa, especially in warmer areas, preferentially active during the summer. It is mainly found on all ungulates of its natural distribution area (Figure 2,

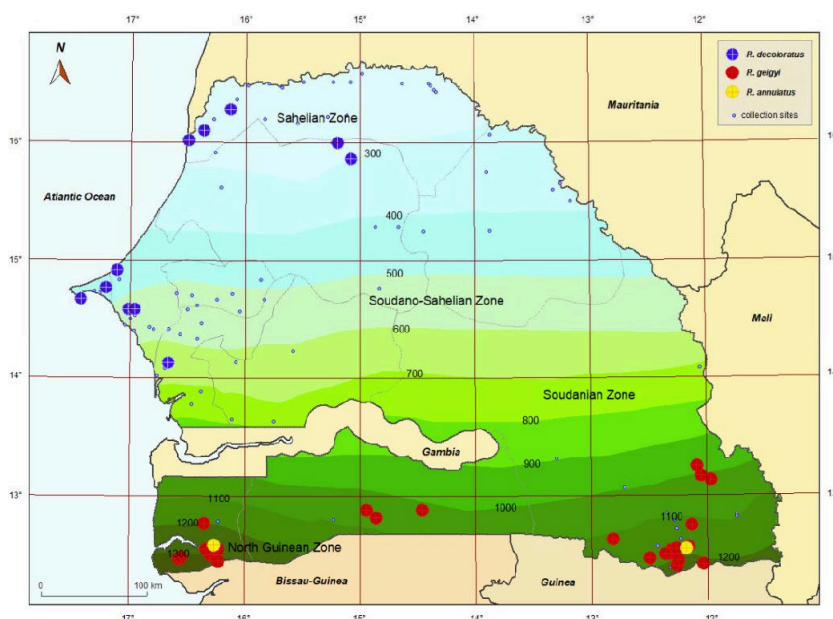


Figure 1: Distribution of tick collections carried out in Senegal in which *Rhipicephalus (Boophilus)* was identified /// Répartition des collectes de tiques effectuées au Sénégal dans lesquelles *Rhipicephalus (Boophilus)* a été identifié

Suppl. Mat. III). On the other hand, *Rh. evertsi* is not frequent on carnivores, primates and leporids. It is a two-host tick, i.e. larvae and nymphs feed on the same host, where larva metamorphosis occurs. In Senegal, it was collected from domestic ruminants as well as from horses and donkeys, from the north of the country to the limit of the Sudanese zone corresponding to isohyet 800 mm (except only for one collection).

Rhipicephalus cuspidatus Neumann, 1906

Rh. cuspidatus three-host species, observed from Senegal to Sudan, is typically endophilous and associated with some wild mammals and their sheltering habitats: the aardvark or antbear (*Orycteropus afer*), the common warthog (*Phacochoerus africanus*) and the African-crested porcupine (*Hystrix cristata*). It is also sometimes found exophilic from Sahelian savanna to Guinean woodlands where it may infest sheep and goats as well as several carnivores as the caracal (*Felis caracal*), the African civet (*Civettictis civetta*) and the black-tailed mongoose or common slender mongoose (*Galerella sanguinea*, also known as *Herpestes sanguineus*) (Figure 3, Suppl. Mat. IV).

Rhipicephalus boueti Morel, 1957

Three males of the small reddish-brown *Rh. boueti* tick were collected from a rock hyrax (*Procavia capensis*) in Southeastern Senegal (Figure 4). This species has been described by Morel (1957), but it is only known in its adult stages parasitizing the hyrax and was initially collected in Benin. Immature stages of this rhipicephalid are thus not yet known neither are data concerning its life cycle.

Rhipicephalus guilhoni Morel & Vassiliades, 1963

Immature stages of *Rh. guilhoni* (Morel and Vassiliades, 1964) are known from myomorph and sciuriform rodents, whereas adults infest a large variety of ungulates, carnivores, leporids and sometimes birds. Adult *Rh. guilhoni* frequently parasitizes livestock in the northern half of Senegal and is mostly found at isohyets 250–500 mm (Figure 4, Suppl. Mat. V). It has been currently recorded from cattle of different origins at Dakar's slaughterhouses. It has been found parasitizing diverse wild animals including the barn owl (*Tyto alba affinis*), the African hedgehog (*Atelerix albiventris*), the serval (*Felis serval*), the African wildcat (*Felis lybica*) and the zorilla or striped polecat

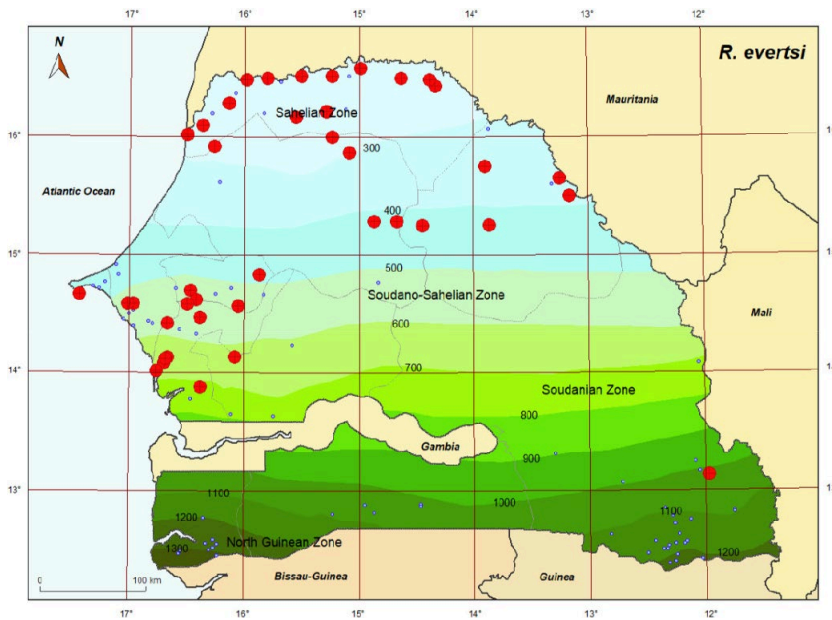


Figure 2: Distribution of tick collections carried out in Senegal in which *Rhipicephalus evertsi* was identified // Répartition des collectes de tiques effectuées au Sénégal dans lesquelles *Rhipicephalus evertsi* a été identifié

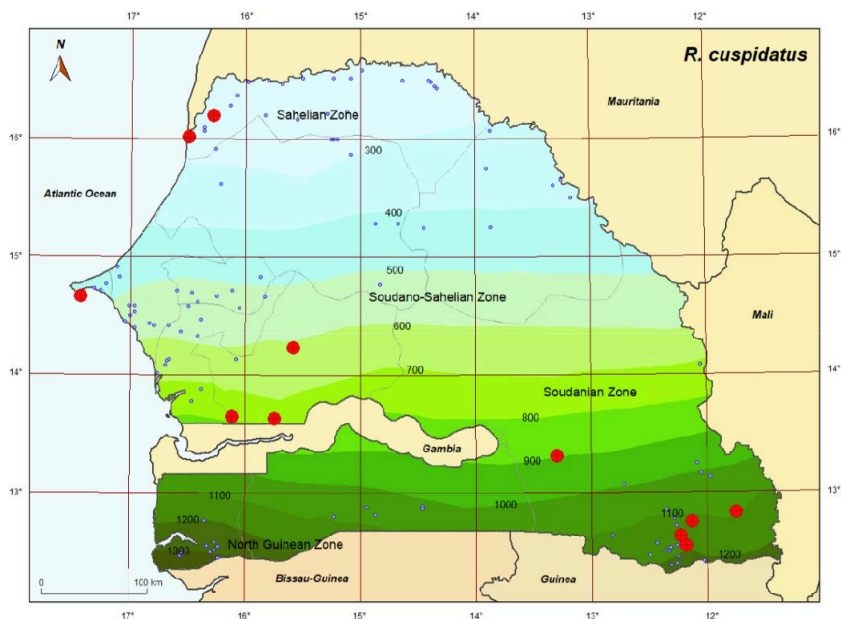


Figure 3: Distribution of tick collections carried out in Senegal in which *Rhipicephalus cuspidatus* was identified // Répartition des collectes de tiques effectuées au Sénégal dans lesquelles *Rhipicephalus cuspidatus* a été identifié

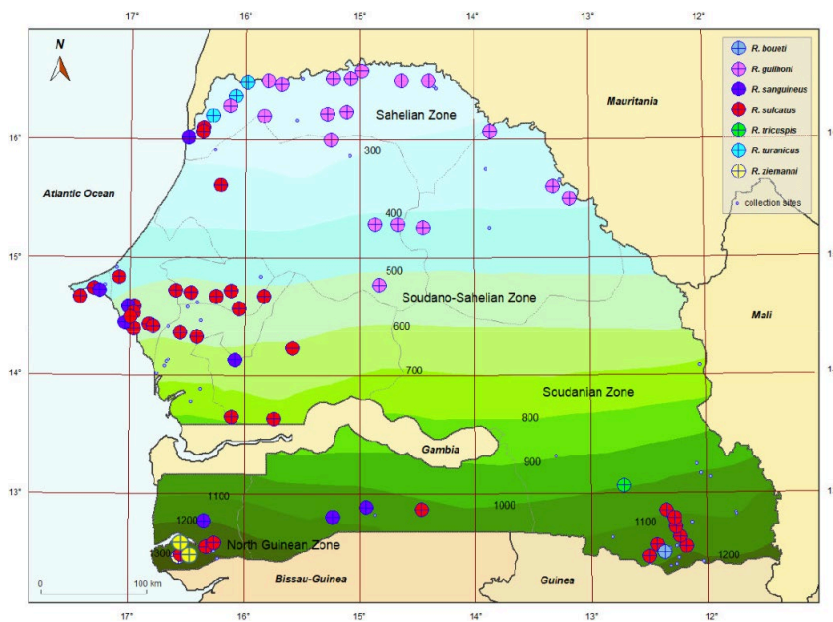


Figure 4: Distribution of tick collections carried out in Senegal in which *Rhipicephalus* of the group *sanguineus* was identified // Répartition des collectes de tiques effectuées au Sénégal dans lesquelles *Rhipicephalus* du groupe *sanguineus* a été identifié

(*Ictonyx striatus*). It was also collected from humans or crawling on the ground. In Senegal, 133 mammals were found infested, three more collections were obtained from birds (data not shown), and the tick was also collected *in natura* on four occasions (96 adults, sex ratio at equilibrium).

Rhipicephalus sanguineus (Latreille, 1806) Koch, 1844

Also known as the kennel tick, brown dog tick or pantropical dog tick, adult *Rh. sanguineus* infests a large variety of ungulates including livestock and wild carnivores in diverse ecological areas of Senegal (Figure 4, Suppl. Mat. VI). Morphological features within the species allowed to delineate some individuals but recent findings based on laboratory crosses and molecular genetics changed the taxonomic status of the *sanguineus* group (Nava et al., 2015). This tick is very common on the domestic dog (*Canis lupus familiaris*). Other collections held in the laboratory (data not shown) recorded it also from *I. striatus*, the pale fox (*Vulpes pallida*), the Senegal bushbaby (*Galago senegalensis*) and from the black kite (*Milvus migrans*). On ten occasions, it was collected *in natura*, questing or crawling to find a host, for a total of 197 ticks (29LL, 2NN, 80♂♂, 86♀♀). Its larvae, hatched from eggs probably laid by females fed on domestic dogs, have been noticed invading homes in several localities of Senegal.

Rhipicephalus sulcatus Neumann, 1908

Immature stages of *Rh. sulcatus* are known to parasitize mainly hedgehogs, and myomorph and sciomorph rodents, whereas adults infest a large variety of ungulates, carnivores, leporids, hedgehogs (Figure 4; Suppl. Mat. VII), and sometimes birds and reptiles. This adult species is common on livestock from north to south Senegal, but absent in the Ferlo (Figure 4). It was collected from 308 mammals, 5 birds, and 1 reptile, the Nile monitor (*Varanus niloticus*). In addition, 12 collections making a total of 56 ticks (36♂♂, 20♀♀), were obtained *in natura*, questing or crawling to find a host.

Rhipicephalus tricuspis Dönitz, 1906

Rh. tricuspis was collected only once, from a harnessed bushbuck (*Tragelaphus scriptus*) infested by four male ticks, in Niokolo-Koba National Park (Morel, 1956) (Figure 4). It has the *simus* pattern punctuations on the central conscutum and might therefore be confused with *Rh. lunulatus* (Morel, 2003). It is a typical parasite of domestic animals and it is sometimes collected on small wild carnivores, antelopes and spring hares in South Africa, in the Austral biogeographic

subregion. As in the case of *Rh. boueti*, little is known in Senegal about its immature stages morphology and/or bioecology.

Rhipicephalus turanicus Pomerantsev et al., 1940

Synonymized with *Rh. sanguineus*, immature stages of *Rh. turanicus* are known to infest myomorph and sciomorph rodents, and wild and domestic carnivores. This species is rarely collected in Senegal (Table I; Figure 4). It is very localized and recorded only from goats in Northern Senegal. Pegram et al. (1987) listed some specimens from Senegal without giving the collection sites. Camicas (pers. commun.) stated that specimens identified as *Rh. guilhoni* in Main et al. (1980) were in fact a mix of *Rh. guilhoni* and *Rh. turanicus*.

Rhipicephalus ziemanni Neumann, 1904 emend. Neumann, 1911

Rh. ziemanni is found on goats and sheep pasturing in periferested areas (Figure 4) because it mainly infests wild antelopes in the forest. It has also been occasionally recovered from *Bos taurus*. Villiers (1955) recorded it from *Tragelaphus scriptus* (1♂), and *Civettictis civetta* (1♂) in Southwest Senegal. As is the case for *Rh. boueti* and *Rh. tricuspis*, little is known about its immature stages, morphology and/or bioecology. Its seasonality and geographical distribution in Senegal need to be elucidated.

Rhipicephalus lunulatus Neumann, 1907

Rh. lunulatus is triphasic and ditropic. Adults infest a large variety of ungulates (Suppl. Mat. VIII) and carnivores but are also frequently found on Leporidae and antbears. This species has been recovered in the Sudano-Sahelian zone and the Sudanese area, south of isohyet 750 mm, in the natural region of Casamance (Figure 5). Besides the collections from hosts, 1♂ was collected on the ground.

Rhipicephalus muhsamae Morel & Vassiliades, 1963

Immature stages of three-host *Rh. muhsamae* (Morel and Vassiliades, 1964) are known to infest myomorph and sciomorph rodents and leporids, whereas adults infest a large variety of ungulates and carnivores. It is distributed from north to south Senegal, in the Niayes and the Northern Sahelian area, along the Senegal River, but it is also frequent at isohyets 750–1000 mm in the southeastern and southwestern parts of Senegal (Figure 5). The species infests hedgehogs and birds and is frequently found as adults on livestock (Suppl. Mat. IX). Adults can also parasitize primates, antbears and African porcupines. It is found on cattle preferentially feeding on the ears

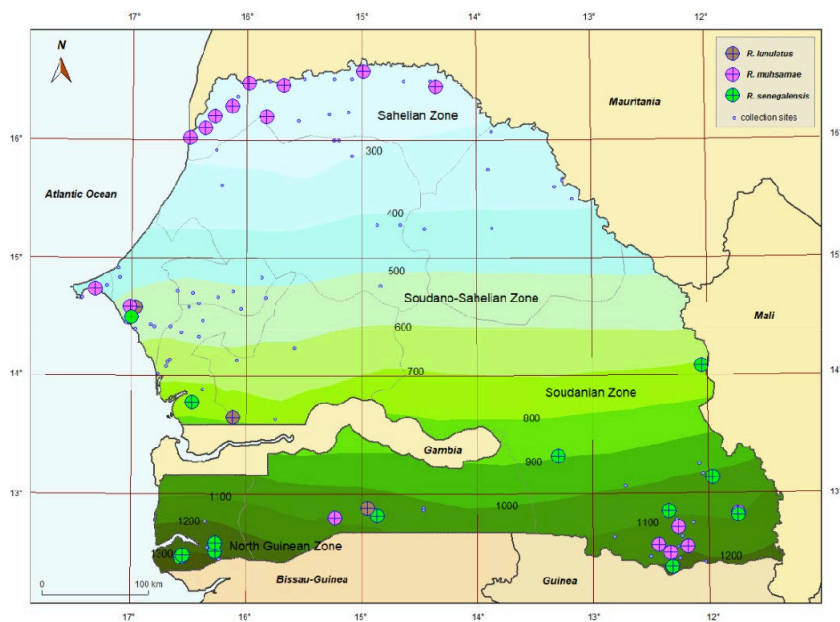


Figure 5: Distribution of tick collections carried out in Senegal in which *Rhipicephalus* of the group *simus* was identified /// Répartition des collectes de tiques effectuées au Sénégal dans lesquelles *Rhipicephalus* du groupe *simus* a été identifié

(observations recorded all year long from November 1960 through November 1963) with maximum infestation in July. It has also been identified on rodents of the family Muridae (*Taterillus* sp. or gerbils). Eleven collections of *Rh. muhsamae* making a total of 22 ticks (13♂♂, 9♀♀) were also obtained *in natura*, questing or crawling to find a host.

***Rhipicephalus senegalensis* Koch, 1844**

Immature stages of *Rh. senegalensis* infest myomorph and sciuro-morph rodents, whereas adults are found on all ungulates and carnivores restricted to the species natural distribution areas, overlapping the humid parts of Senegal (Figure 5, Suppl. Mat. X), where it shares the same occurrence areas with *Rh. muhsamae*. However, *Rh. senegalensis* is also exceptionally found in North Senegal, around humid zones such as the irrigated lands of Walo (Sahelian zone), around Bao Bolon (Nioro du Rip, Sudano-Sahelian zone). Other records of *Rh. senegalensis* in Senegal are from Villiers (1955) in the National Park of Madeleine Islands near Dakar. In addition, 25 ♂ and 15 ♀ *Rh. senegalensis* were collected *in natura*, crawling to find a host, in different sites of the species natural areas of occurrence.

Carried pathogens identified:

(A) viruses, (B) bacteria and protozoa

Rhipicephalus (Boophilus) annulatus

A: No arbovirus has been isolated from *Rh. (Bo.) annulatus* in Senegal so far. However, this species, known as the cattle fever tick, has been found infected with the following viruses: Bhanja in Guinea, Jos in Central African Republic (CAR), Thogoto in Cameroun and CAR (Sureau et al., 1976; Degallier et al., 1985) and Dugbe in CAR (Degallier et al., 1985).

B: The tick was found infected by the rickettsia *Coxiella burnetii* in Senegal (Mediannikov et al., 2010). It is also known to transmit *Babesia bigemina*, *B. bovis* and *Anaplasma marginale* (Bock et al., 2004; Kocan et al., 2010).

Rhipicephalus (Boophilus) decoloratus

A: The African blue tick has been found infected with Bhanja virus in Senegal (CRORA, 1998), but also in Cameroon (Vinograd et al., 1975) and Nigeria (Williams et al., 1972). CCHF virus has been also isolated from the tick in Senegal (Le Gonidec, 1975), in Nigeria

(Williams et al., 1972) and in Democratic Republic of Congo (DRC) (Degallier et al., 1985), which does not imply that the tick may be a competent vector, although CCHF virus successfully replicates in *Rh. decoloratus* cell lines (Bell-Sakyi et al., 2012). The tick was also found infected with Dugbe virus in Nigeria (Williams et al., 1972) and in DRC (Sureau et al., 1976), with Jos virus in Senegal (Le Gonidec, 1975) and in Nigeria (Lee et al., 1974), and with Somone virus in Nigeria (Robin et al., 1978). Thogoto virus was also isolated from the species in Senegal (CRORA, 1998), Cameroon (Sureau et al., 1976), Kenya (Haig et al., 1965), Nigeria (Williams et al., 1972) and CAR (Sureau et al., 1976).

B: The tick is involved in the transmission of bovine piroplasmiasis caused by *Babesia bigemina*. It is the vector of *Anaplasma marginale*, the causal agent of bovine anaplasmosis, and was also found infected with *Coxiella burnetii* in Senegal (Mediannikov et al., 2010).

Rhipicephalus (Boophilus) geigy

A: *Rh. (Bo.) geigy* has been found in Senegal infected with CCHF virus (Camicas et al., 1986). Elsewhere in West Africa, it was found infected with Dugbe virus in Ivory Coast, and with Jos and Forecariah (= ArK 4927) viruses in Guinea (CRORA, 1998).

Rhipicephalus evertsi

A: *Rh. evertsi* allows the replication of CCHF virus in the Sahelian area of Senegal. It plays a major role because all stages of the tick feed on ruminants, which are the main vertebrate hosts of the virus (Camicas et al., 1994). It has also been found infected in Senegal (CRORA, 1998) with Saboya, Wad Medani, var Wad Medani (ArD 46672) (Main et al., 1980) where Ngoye virus was also isolated from it (Grard et al., 2006), and Ndelle and Somone viruses. Amplified West Nile virus gene sequences showed significant identity from pools of the same tick species also collected from cattle in Ngoye, Senegal (Sylla and Gonzalez, unpubl. data).

B: The tick was found infected with *Coxiella burnetii* in Senegal (Mediannikov et al., 2010). It also transmits *Anaplasma marginale* (Potgieter, 1979), and *Babesia equi* and *B. caballi* (De Waal et al., 1987).

It is one of the species known to cause paralysis of the vertebrate hosts because of chemical substances secreted by ticks while feeding (Sonenshine, 1992).

Rhipicephalus guilhoni

A: *Rh. guilhoni* was found infected with CCHF, Dugbe, Jos, Koutango, Semliki Forest viruses (CRORA, 1998), and Wad Medani in Senegal (Main et al., 1980).

B: The tick was also found infected with *Coxiella burnetii* in Senegal (Mediannikov et al., 2010).

Rhipicephalus sanguineus

A: *Rh. sanguineus* has not been known so far to be involved in arbovirus transmission in Senegal.

B: The tick is the vector of *Ehrlichia canis*, the bacteria causing canine ehrlichiosis in dogs (Fourie et al., 2013). It also transmits *Rickettsia conorii* causing Mediterranean spotted fever (= boutonneuse fever) to humans in the Mediterranean (Spain, Italy, Greece, France, and Portugal) where it is considered to be the main vector and reservoir of the *Ri. conorii* complex (Bacellar et al., 1999; Parola and Raoult, 2001; Parola et al., 2005), although in sub-Saharan Africa, *Rh. simus* is the main vector. *Rh. sanguineus* transmits the protozoans *Babesia canis* and *B. gibsoni* to dogs, causing canine babesiosis. The protozoan *Hepatozoon canis* is also transmitted from this tick to dog (Zhou et al., 2016). Finally, *Borrelia burgdorferi*, the etiological agent of Lyme disease, has also been detected at a lower incidence in *Rh. sanguineus* ticks collected in Texas, USA (Cohen et al., 1990).

Rhipicephalus sulcatus

A: *Rh. sulcatus* was found infected with Dugbe virus in Senegal (CRORA, 1998; Robin et al., 1978).

Rhipicephalus muhsamae

A: *Rh. muhsamae* was found infected with Dugbe, Koutango, West Nile viruses in CAR (CRORA, 1998). Surveillance needs to include this species in Senegal.

Rhipicephalus cuspidatus* and *Rhipicephalus lunulatus

To our knowledge, there is no information on *Rh. cuspidatus* and *Rh. lunulatus* potential to replicate and transmit pathogens to humans or animals.

Rhipicephalus senegalensis

B: *Rh. senegalensis* was found carrying *Rickettsia massiliae*, *Ri. aeschlimannii* and *Ri. africae* among others yet not determined (Reye et al., 2012; Ehounoud et al., 2016).

Rhipicephalus boueti* and *Rhipicephalus ziemanni

Little is known about the potential of these species of the *simus* group to carry pathogens.

DISCUSSION

Further research extended to Sudanese and Sudano-Guinean zones are needed to determine *Rh. (Bo.) annulatus* occurrence/repartition in Senegal. The relations between the *Rh. (Bo.)* species occurring in Senegal and CCHF virus ecology need also to be studied. From a medical and veterinary point of view these species have been underestimated, few studies having been conducted in Senegal. Nevertheless, because of the monotropic and monophasic characters of *Rh. (Bo.)* species, they might play a major role in CCHF virus ecology only in case of transovarian transmission of the virus. Throughout South Senegal, prospecting needs to be carried out on *Rh. decoloratus* distribution to clarify its absence/presence in the natural region of Casamance and Eastern Senegal, where it is supposed to be replaced by *Rh. geigyi*. Indeed, *Rh. geigyi*'s ability to transmit *Babesia* sp. and CCHF virus needs to be evaluated. *Rh. (Bo.)* species are the main

vectors of *B. bigemina* and *B. bovis* causing babesiosis (or piroplasmosis) in livestock.

Following phylogenetic studies (Beati and Keirans, 2001; Murrell and Barker, 2003), the names of the *Boophilus* ticks changed and became *Rhipicephalus* of the subgenus *Boophilus*. *Rh. (Boophilus)* are small sized ticks that share the same generally hexagonal basis capituli with the other *Rhipicephalus* ticks. However, *Rhipicephalus* spp. are featured by medium sized males, a distinct anal groove, the presence of festoons, spiracular plates with a tail, whereas *Rh. (Boophilus)* are characterized by an indistinct anal groove, the absence of festoons and oval or rounded spiracular plates. Their palpi are very short, and males are small sized. *Rh. (Boophilus)* spp. occur in the tropical and subtropical areas, and preferentially feed on livestock. They are monophasic: the three developmental stages evolve on the same host; hatched larvae seeking host and engorged females are therefore the only free stages; metamorphosis from larva to nymph and nymph to imago takes place on the host. These bioecological features differ from those of the other *Rhipicephalus* spp. which are diphasic (*Rh. evertsi*) or triphasic. For the latter, three hosts are parasitized during the life cycle, the host specificity varies between tick species and molting occurs off the host.

We already have shown tick species that changed their distribution range in Northern Senegal, creating new CCHF foci following the sub-Saharan drought of the 1970s (Sylla et al., 2008a; 2008b). Globally, climate change effects on epidemiological dynamics such as vector and host migration are not well known because of the unavailability of valid retrospective ecological data on reservoirs and vectors. Evolution in chorology, host association database, and known transmitted pathogens become informative, correlated to ecoclimatic events. Several reasons linked to diversity of implicated phenomena and spatiotemporal scales are to be considered. In the developing countries of the intertropical belt, particularly in Africa, bioclimatic features support a strong epidemiological potential for numerous infectious diseases, as soon as ecological changes arise. Modest changes of some climatic parameters induce epidemiological phenomena of high amplitude. Frequent and long-term sampling are needed to monitor the full range of specific vector species (Kovatz et al., 2001) in order to understand the epidemiological patterns involved in the emergence and spread of diseases in a changing environment, to predict risk, and set up early warning and control strategies.

Acknowledgments

This work was supported by the « Action thématique interdépartementale, évolution climatique et santé 2003-2004 » (ATI), Institut de recherche pour le développement (IRD), EDEN Project (European Commission funding, 2004-2007), unités de recherche 34/178, Sociétés et santé, IRD, Crimean-Congo Haemorrhagic Fever Program, CCHF1987-1993. We thank the anonymous reviewers and the editorial staff of *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux* for their invaluable contribution. We also would like to thank the farmers from Senegal who allowed us to collect ticks. This work is dedicated to the late Dr. Jean-Louis Camicas for his constant support, his generous gift of records of some specimens, and his review of the earlier version of the manuscript.

Author contributions statement

MSy carried out field collections and tick identification; MSy, MSO and JPG conceived the project and wrote the manuscript.

Conflicts of interests

The authors declare no competing interests.

REFERENCES

- Bacellar F., Beati L., França A., Poças J., Regnery R., Filipe A., 1999. Israeli spotted fever *Rickettsia (Rickettsia conorii) Complex* associated with human disease in Portugal. *Emerg. Infect. Dis.*, **5** (6): 835-836, doi: 10.3201/eid506.990620
- Beati L., Keirans J.E., 2001. Analysis of the systematic relationships among ticks of the genera *Rhipicephalus* and *Boophilus* (Acari: Ixodidae) based on mitochondrial 12S ribosomal DNA gene sequences and morphological characters. *J. Parasitol.* **87** (1): 32-48, doi: 10.1645/0022-3395(2001)087[0032:AOT-S-RA]2.0.CO;2
- Bell-Sakyi L., Kohl A., Bente D.A., Fazakerley J.K., 2012. Tick cell lines for study of Crimean-Congo hemorrhagic fever virus and other arboviruses. *Vector Borne Zoonotic Dis.* **12** (9): 769-781, doi: 10.1089/vbz.2011.0766
- Bock R., Jackson L., de Vos A., Jorgensen W., 2004. Babesiosis of cattle. *Parasitol.* **129** (S1): S247-269, doi: 10.1017/s0031182004005190
- Camicas J.L., Robin Y., Le Gonidec G., Saluzzo J.F., Jouan A., Cornet J.P., Chauvancy G., Ba K., 1986. Etude écologique et nosologique des arbovirus transmis par les tiques au Sénégal. 3. Les vecteurs potentiels du virus de la fièvre hémorragique de Crimée-Congo (virus CCHF) au Sénégal et en Mauritanie. *Cah. Orstom., Sér. Ent. Med. Parasitol.* **24** (4): 255-264
- Camicas J.L., Wilson M.L., Cornet J.P., Digoutte, J.P., Calvo M.A., Adam F., Gonzalez J.P., 1990. Ecology of Ticks as potential vectors of Crimean-Congo haemorrhagic fever virus in Senegal: epidemiological implications. *Arch. Virol. [Suppl. 1]*: 303-322, doi: 10.1007/978-3-7091-9091-3_34
- Camicas J.L., Cornet J.P., Gonzalez J.P., Wilson M.L., Adam F., Zeller H., 1994. La fièvre hémorragique de Crimée-Congo au Sénégal. Dernières données sur l'écologie du virus CCHF. *Bull. Soc. Path. Exot.* **87**: 11-16
- Camicas J.L., Hervy J.P., Adam F., Morel P.C., 1998. Les tiques du monde. Nomenclature, stades décrits, hôtes, répartition. Orstom, Paris, France, 240 p.
- Cohen N.D., Carter C.N., Thomas Jr M.A., Angulo A.B., Eugster A.K., 1990. Clinical and epizootologic characteristics of dogs seropositive for *Borrelia burgdorferi* in Texas: 110 cases (1988). *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, **197** (7): 893-898
- CRORA, 1998. Rapport annuel, Institut Pasteur, Dakar, Sénégal, 141 p.
- De Waal D.T., Potgieter F.T., Bigalke R.D. 1987. The transstadial transmission of *Babesia caballi* by *Rhipicephalus evertsi evertsi*. *Onderstepoort J. Vet. Res.* **54**: 655-656
- Degallier N., Cornet J.P., Saluzzo J.F., Germain M., Hervé J.P., Camicas J.L., Sureau P., 1985. Ecologie des arbovirus à tiques en République Centrafricaine. *Bull. Soc. Path. Exot.* **78** (3): 296-310
- Del Hoyo J., Elliott A., Sargatal J., 1994. Handbook of the birds of the world, Vol 2: New world Vultures to Guinea-fowls. Lynx, Barcelona, Spain, 638 p.
- Ehounoud C.B., Yao K.P., Dahmani M., Achi Y.L., Amanzougaghene N., Kacou N'Douba A., N'Guessan J.D., et al., 2016. Multiple pathogens including potential new species in tick vectors in Côte d'Ivoire. *PLOS Negl. Trop. Dis.* **10** (2): e0004455, doi: 10.1371/journal.pntd.0004455
- Fourie J.J., Stanneck D., Luus H.G., Beugnet F., Wijnveld M., Jongejan F. 2013. Transmission of *Ehrlichia canis* by *Rhipicephalus sanguineus* ticks feeding on dogs and on artificial membranes. *Vet. Parasitol.*, **197** (3-4): 595-603, doi: 10.1016/j.vetpar.2013.07.026
- Grard G., Lemasson J.J., Sylla M., Dubot A., Cook S., Molez J.F., Pourrut X., et al., 2006. Ngoye virus: a novel evolutionary lineage within the genus *Flavivirus*. *J. Gen. Virol.*, **87** (11): 3273-3277, doi: 10.1099/vir.0.82071-0
- Gueye A., Mbengue M., Douf A., Seye M., 1986. Ticks and haemoparasites of livestock in Senegal. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **39** (3-4): 381-393, doi: 10.19182/remvt.8568
- Guglielmo A.A., Robbins R.G., Apanaskevich D.A., Petney T.N., Estrada-Peña A., Horak I.G., Shao R., et al., 2010. The Argasidae, Ixodidae and Nuttalliellidae (Acari: Ixodidae) of the world: a list of valid species names. *Zootaxa.* **2528**: 1-28, doi: 10.11646/zootaxa.2528.1.1
- Haig D.A., Woodall J.P., Danskin D., 1965. Thogoto Virus: a hitherto undescribed agent isolated from ticks in Kenya. *J. Gen. Microbiol.*, **38** (3): 389-394, doi: 10.1099/00221287-38-3-389
- Hekimoglu O., Saglam I., Özer N., Estrada-Peña A., 2016. New molecular data shed light on the global phylogeny and species limits of the *Rhipicephalus sanguineus* complex. *Ticks Tick Borne Dis.*, **7** (5): 798-807, doi: 10.1016/j.ttbdis.2016.03.014
- Kasei R., Diekkrüger B., Leemhuis C., 2010. Drought frequency in the Volta Basin of West Africa. *Sustain. Sci.* **5**: 89, doi:10.1007/s11625-009-0101-5
- Kocan K.M., de la Fuente J., Blouin E.F., Coetzee J.F., Ewing S.A., 2010. The natural history of *Anaplasma marginale*. *Vet. Parasitol.*, **167** (2-4): 95-107, doi: 10.1016/j.vetpar.2009.09.012
- Kovats R.S., Campbell-Lendrum D.H., McMichel A.J., Woodward A., Cox J.St.H., 2001. Early effects of climate change: do they include changes in vector-borne disease? *Phil. Trans. R. Soc. B.* **356**: 1057-1068, doi: 10.1098/rstb.2001.0894
- Le Barbé L., Lebel T., Tapsoba D., 2002. Rainfall variability in West Africa during the years 1950-1990. *J. Climate.* **15** (2): 187-202, doi: 10.1175/1520-0442(2002)015<0187:RVIWAD>2.0.CO;2
- Le Gonidec G., 1975. Activités du laboratoire des arbovirus. In : Rapport sur le fonctionnement technique de l'Institut Pasteur de Dakar. Années 1971-1972-1973. Institut Pasteur, Dakar, Sénégal, 54-64
- Lee V.H., Kemp G.E., Madbouly M.H., Moore D.L., Causey O.R., Casals J., 1974. Jos, a new tick-borne virus from Nigeria. *Am. J. Vet. Res.* **35** (9): 1165-1167
- L'Hôte Y., Mahé G., 1996. Afrique de l'Ouest et centrale. Précipitations moyennes annuelles (période 1951-1989). Carte du déplacement vers le sud des isohyètes. Orstom, Paris, France
- Main A.J., Kloter K.O., Camicas J.L., Robin Y., Sarr M., 1980. Wad Medani and Soldado viruses from ticks (Ixodoidea) in West Africa. *J. Med. Entomol.*, **17** (4): 380-382, doi: 10.1093/jmedent/17.4.380
- Matthysse J.G., Colbo M.H., 1987. The Ixodid ticks of Uganda, together with species pertinent to Uganda because of their present known distribution. Entomological Society of America, College Park, MD, USA, 426 p.
- Mediannikov O., Fenollar F., Socolovschi C., Diatta G., Bassene H., Molez J.F., Sokhna C., et al., 2010. *Coxiella burnetii* in humans and ticks in rural Senegal. *PLoS Negl. Trop. Dis.* **4** (4): e654, doi: 10.1371/journal.pntd.0000654
- Morel P.C., 1956. Le Parc national du Niokolo-Koba (Premier fascicule). XV. Tiques d'animaux sauvages. *Mém. Inst. Fr. Afr. Noire*, **48** : 229-232
- Morel P.C., 1957. *Rhipicephalus boueti* n. sp. (Acarina, Ixodidae), parasite des damans du Dahomey. *Bull. Soc. Path. Exot.* **50** (5): 696-700
- Morel P.C., 1958. The ticks in domestic animals in French West Africa. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **11** (2): 153-189, doi: 10.19182/remvt.7033
- Morel P.C., 2003. Les tiques d'Afrique et du Bassin méditerranéen. Contribution à la connaissance de la distribution des tiques en Éthiopie continentale (388 p.) + Annexe cartographique de 62 cartes. CD-Rom, Cirad, Montpellier, France
- Morel P.C., Vassiliades, G., 1962. The *Rhipicephalus* of the group *sanguineus* (Acari: Ixodoidea). *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **15** (4): 343-386, doi: 10.19182/remvt.7132
- Morel P.C., Vassiliades, G., 1964. West African *Rhipicephalus muhsamae* n. sp. description (*Rh. Simus* group; Acari: Ixodoidea). *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **17** (4): 619-636, doi: 10.19182/remvt.7304
- Murrell A., Barker S.C., 2003. Synonymy of *Boophilus* Curtice, 1891 with *Rhipicephalus* Koch, 1844 (Acari: Ixodidae). *Syst. Parasitol.* **56**: 169-172, doi: 10.1023/B:SYPA.0000003802.36517.a0
- Nava S., Estrada-Peña A., Petney T., Beati L., Labruna M.B., Szabó M.P.J., Venzal J.M., et al., 2015. The taxonomic status of *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille, 1806). *Vet. Parasitol.* **208** (1-2): 2-8. doi: 10.1016/j.vetpar.2014.12.021
- NOAA, 2017. Global climate report. NCEI, Asheville, NC, USA
- Nowak R.M., 1999. Walker's Mammals of the World (6th Edn.), 2 vol. Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD, USA 1936 p.
- Parola P., Raoult D., 2001. Ticks and tick-borne bacterial diseases in humans: an emerging infectious threat. *Clin. Infect. Dis.*, **32** (6): 897-928 (erratum, 33: 749), doi: 10.1086/319347
- Parola P., Paddock C.D., Raoult D., 2005. Tick-borne rickettsioses around the world: emerging diseases challenging old concepts. *Clin. Microbiol. Rev.* **18** (4): 719-756, doi: 10.1128/CMR.18.4.719-756.2005
- Patz J.A., Olson S.H., Uejio C.K., Gibbs H.K., 2008. Disease emergence from global climate and land use change. *Med. Clin. North Am.* **92** (6): 1473-1491, doi: 10.1016/j.mcna.2008.07.007
- Pegram R.G., Clifford C.M., Walker J.B., Keirans J.E., 1987. Clarification of the *Rhipicephalus sanguineus* group (Acari, Ixodoidea, Ixodidae). I. *R. sulcatus* Neumann, 1908 and *R. turanicus* Pomerantsev, 1936. *Syst. Parasitol.*, **10** (1): 3-26, doi: 10.1007/BF00009099
- Potgieter F.T., 1979. Epizootiology and control of anaplasmosis in South Africa. *J. South Afr. Vet. Assoc.* **50** (4): 367-372
- Reye A.L., Arinola O.G., Hübschen J.M., Mullera C.P., 2012. Pathogen prevalence in ticks collected from the vegetation and livestock in Nigeria. *Appl. Environ. Microbiol.*, **78** (8): 2562-2568, doi: 10.1128/AEM.06686-11

- Robin Y., Camicas J.L., Jan C., Heme G., Cornet M., Valade M., 1978. Ecology of tick arboviruses in arid areas of Senegal. In: Transcontinental connections of migrating birds and their role in distribution of Arboviruses. Papers of the Symposium 1976, Novosibirsk (Akademgorodok) (Ed. Cherepanov A.I.). Nauka, Novosibirsk, Russia, 209-211
- Serdeczny O., Adams S., Baarsch F., Coumou D., Robinson A., Hare W., Schaeffer M., et al., 2016. Climate change impacts in sub-Saharan Africa: from physical changes to their social repercussions. *Reg. Environ. Change*, **17**: 1585-1600, doi: 10.1007/s10113-015-0910-2
- Shanahan T.M., Overpeck J.T., Anchukaitis K.J., Beck J.W., Cole J.E., Dettman D.L., Peck J.A., et al., 2009. Atlantic forcing of persistent drought in West Africa. *Science*, **324**: 377-380, doi: 10.1126/science.1166352
- Sonenshine D.E., 1992. Biology of ticks, Vol. 2. Oxford University Press, NY, USA, 465 p.
- Sureau P., Cornet J.P., Germain M., Camicas J.L., Robin Y., 1976. Enquête sur les arbovirus transmis par les tiques en République Centrafricaine (1973-1974). Isolement des virus Dugbe, CHF/Congo, Jos et Bhanja. *Bull. Soc. Path. Exot.* **69** (1): 28-33
- Sylla M., Molez J.F., Cornet J.P., Mondet B., Camicas J.L., 2007. Les tiques (Acari: Ixodidae) du Sénégal : fréquence des hôtes répertoriés, dynamique saisonnière et chorologie d'*Amblyomma (Xiphiasor) variegatum* (Fabricius, 1794). *Acarologia*, **47** (1-2): 13-23
- Sylla M., Molez J.F., Cornet J.P., Camicas J.L., 2008a. Impact du changement climatique sur la répartition des tiques au Sénégal et en Mauritanie. *Acarologia*, **48** (3-4): 137-153
- Sylla M., Molez J.F., Cornet J.P., Camicas J.L., Pourrut X., 2008b. Variabilité climatique et répartition de la fièvre hémorragique de Crimée-Congo et de la cowdriose, maladies à tiques au Sénégal. *Acarologia*, **48** (3-4): 155-161
- Tomassone L., Camicas J.L., Pagani P., Diallo O.T., Mannelli A., De Meneghi D., 2004. Monthly dynamics of ticks (Acari: Ixodida) infesting N'Dama cattle in the Republic of Guinea. *Exp. Appl. Acarol.* **32** (3): 209-218, doi: 10.1023/B:APPA.0000021771.34520.ab
- Villiers A., 1955. Note sur quelques Ixodidae et Gamasidae parasites des vertébrés rencontrés en Afrique occidentale française. *Bull. Inst. Fr. Afr. Noire.* **174** (2): 444-454
- Vinograd I.A., Krasovskaia I.A., Sidorova G.A., Sazonov A.A., Bosh R., 1975. Isolation of Bhanja arbovirus from *Boophilus decoloratus* ticks in Cameroon. *Voprosy Virusol.*, **1**: 63-67
- Walker J.B., Keirans J.E., Horak I.G., 2000. The genus *Rhipicephalus* (Acari, Ixodidae). A guide to the brown ticks of the world. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 643 p., doi: 10.1017/CBO9780511661754
- Williams R.W., Causey O.R., Kemp G.E., 1972. Ixodid ticks from domestic livestock in Ibadan, Nigeria as carriers of viral agents. *J. Med. Entomol.* **9** (5): 443-445, doi: 10.1093/jmedent/9.5.443
- Wilson M.L., Gonzalez J.P., LeGuenno B., Cornet J.P., Guillaud M., Calvo M.A., Digoutte J.P., et al., 1990. Epidemiology of Crimean-Congo haemorrhagic fever in Senegal: temporal and spatial patterns. *Arch. Virol.* [Suppl. 1]: 323-340, doi: 10.1007/978-3-7091-9091-3_35
- Wilson D.E., Reeder D.M., 1992. Mammal species of the world. A taxonomic and geographic reference. Second edition. Smithsonian Institution Press, Washington, DC, USA, 1206 p.
- Zhou Y., Zhang H., Cao J., Gong H., Zhou J., 2016. Epidemiology of toxoplasmosis: role of the tick *Haemaphysalis longicornis*. *Infect. Dis. Prev.* **5**: 14, doi: 10.1186/s40249-016-0106-0

Résumé

Sylla M., Souris M., Gonzalez J.-P. Tiques du genre *Rhipicephalus* Koch, 1844 au Sénégal : synthèse hôtes associés, chorologie, et agents pathogènes transmis aux humains et aux animaux

Les tiques du genre *Rhipicephalus* (Acari : Ixodidae) connues au Sénégal ont été passées en revue. Les données présentées proviennent d'une collection de tiques conservée au Laboratoire d'entomologie médicale de l'IRD depuis 1967 et continuellement enrichie d'échantillons prélevés sur différents hôtes vertébrés capturés au cours de divers projets conduits au Sénégal de 1987 à 2007. Quinze espèces de *Rhipicephalus*, provenant de 1127 collectes référencées, ont été caractérisées. Parmi elles, se trouvaient trois espèces du sous-genre *Boophilus* : *Rhipicephalus (Bo.) annulatus*, *Rh. (Bo.) decoloratus* et *Rh. (Bo.) geigy*. Les douze autres espèces étaient *Rh. boueti*, *Rh. cuspidatus*, *Rh. evertsi*, *Rh. guilhoni*, *Rh. lunulatus*, *Rh. muhsamae*, *Rh. sanguineus*, *Rh. senegalensis*, *Rh. sulcatus*, *Rh. tricuspis*, *Rh. turanicus* et *Rh. ziemanni*. De récentes études ont conclu que *Rh. turanicus* devrait être considéré comme faisant partie du complexe *Rh. sanguineus* s.l. Les données concernant ces deux tiques ont cependant été présentées séparément. Au total, 14 165 spécimens de tiques à différents stades de développement ont été échantillonnés. Les données concernant les préférences d'hôtes des différentes espèces, ainsi que leur distribution et leur dynamique saisonnière ont été précisées. Les hôtes vertébrés ont été identifiés et listés dans les différentes zones écologiques du Sénégal. Le rôle vecteur de pathogènes des tiques est passé en revue. Les changements climatiques en cours, entraînant des variations de température et de précipitations, affecteront la distribution et la dynamique des tiques. Cela justifie qu'un tel inventaire soit réalisé, permettant une surveillance précise des risques dus aux maladies (ré)émergentes à tiques.

Mots-clés : *Rhipicephalus*, hôte, vecteur de maladie, agent pathogène, distribution géographique, environnement, Sénégal

Resumen

Sylla M., Souris M., Gonzalez J.-P. Garrapatas del género *Rhipicephalus* Koch, 1844 en Senegal: revisión, asociaciones de huéspedes, cronología y patógenos humanos y animales asociados

Se revisaron las garrapatas del género *Rhipicephalus* (Acari: Ixodidae) en Senegal. Los datos presentados se originan de una colección de garrapatas mantenida en el Laboratorio de Entomología Médica del IRD desde 1967 y enriquecida continuamente con muestras obtenidas de diferentes huéspedes vertebrados, capturadas durante varios proyectos llevados a cabo en Senegal entre 1987 y 2007. Se recolectaron y caracterizaron quince especies de garrapatas *Rhipicephalus*, conduciendo a 1127 colecciones de referencia. Tres especies fueron de subgéneros *Boophilus*: *Rhipicephalus (Bo.) annulatus*, *Rh. (Bo.) decoloratus* y *Rh. (Bo.) geigy*. Las otras doce fueron *Rh. boueti*, *Rh. cuspidatus*, *Rh. evertsi*, *Rh. guilhoni*, *Rh. lunulatus*, *Rh. muhsamae*, *Rh. sanguineus*, *Rh. senegalensis*, *Rh. sulcatus*, *Rh. tricuspis*, *Rh. turanicus* y *Rh. ziemanni*. A pesar de que hubo indicios recientes de que *Rh. turanicus* debería de haber sido considerada como parte del complejo *Rh. sanguineus* s.l., los datos concernientes a estas dos garrapatas se presentaron separadamente. La colección incluyó 14 165 especímenes de garrapatas en diferentes estadios de desarrollo. Se presentan también los datos concernientes a las relaciones con los huéspedes, así como la dinámica de distribución y estacional. Los huéspedes vertebrados fueron identificados y enumerados en las diferentes zonas ecológicas de Senegal. Se revisó el papel de las garrapatas como potenciales vectores de patógenos. Los cambios climáticos, causantes de variaciones en la pluviometría y la temperatura, impactarán la distribución y la dinámica de las garrapatas. La situación indujo la necesidad de este inventario de las poblaciones de garrapatas para la vigilancia y supervisión de enfermedades (re)emergentes transmitidas por garrapatas.

Palabras clave: *Rhipicephalus*, huéspedes, vectores, organismos patógenos, distribución geográfica, medio ambiente, Senegal

