

Sommaire / Contents

SYSTÈMES D'ÉLEVAGE ET FILIÈRES

LIVESTOCK FARMING SYSTEMS AND VALUE CHAINS

53-61 Connaissance locale des pratiques de la transhumance dans la zone soudano-sahélienne du Mali. *Local knowledge of transhumance practices in the Sudano-Sahelian zone of Mali.* Umutoni C., Ayantunde A.A., Sawadogo G.J. (en français)

63-71 Conception participative d'innovations et accompagnement des projets d'élevage familiaux au Burkina Faso : explorer, expérimenter et évaluer. *Participatory innovation design, and support of family livestock projects in Burkina Faso: explore, experiment, evaluate.* Delma B.J., Nacro H.B., Bougouma-Yameogo V., Vall E. (en français)

73-78 Effets de la synchronisation de l'insémination et du traitement GnRH sur le taux de gestation des bovins N'Dama après induction de l'œstrus avec de la progestérone. *Effects of insemination timing and GnRH treatment on pregnancy rates of N'Dama cattle after estrus induction with progestin.* Okouyi M.W.M., Hanzen C. (in English)

SANTÉ ANIMALE ET ÉPIDÉMIOLOGIE

ANIMAL HEALTH AND EPIDEMIOLOGY

79-86 Facteurs de risque et caractéristiques cliniques et lésionnelles de la lymphadénite caséuse ou maladie des abcès chez les ovins au Maroc. *Risk factors and clinical and lesion characteristics of caseous lymphadenitis or abscess disease in sheep in Morocco.* Kichou F., Mechaal A., Bouslikhane M., Kadiri A., Zro K., Berrada J. (en français)

87-91 Corrélation des taux de cortisol dans le sérum, les poils et les fèces chez le dromadaire (*Camelus dromedarius*). *Correlation between cortisol levels in serum, hair and feces in the dromedary camel (Camelus dromedarius).* Bargaâ R., Lektib I., Chakir Y., El Abbadi N., Belhouari A., Hammoumi A., Farh M., Tahri E.H., Riad F., El Mzibri M., El Khasmi M. (en français)

ISSN 1951-6711

Publication du
Centre de coopération internationale
en recherche agronomique pour le développement
<http://revues.cirad.fr/index.php/REMT>
<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:*
Guillaume Duteurtre, Bernard Faye, Flavie Goutard,
Vincent Porphyre

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

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

Webmestre/*Webmaster:* 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),
Harentsoaniaina Rasamoelina-Andriamanivo (MDG),
Jeremiah Saliki (USA, CMR), Jeewantee Sunita Santchurn (MUS),
Hakim Senoussi (DZA), Taher Srairi (MAR),
Hussaini Tukur (NGA), Jean Zoundi (BFA, FRA)



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

Cirad, Montpellier, octobre 2016

Connaissance locale des pratiques de la transhumance dans la zone soudano-sahélienne du Mali

Clarisse Umutoni ^{1*} Augustine Abioye Ayantunde ²
Germain Jérôme Sawadogo ³

Mots-clés

Transhumance, communauté locale, système agropastoral, conflit foncier, élevage, Mali

Submitted: 5 December 2015
Accepted: 26 September 2016
Published: 26 October 2016

Résumé

Les études sur la transhumance ont souvent ciblé les pasteurs – notamment peuls – des zones sahéliennes. Pour en donner une autre perspective, la présente étude a été centrée sur les pratiques de la transhumance dans la zone soudano-sahélienne du Mali en intégrant la perception des agriculteurs et des pasteurs sédentaires concernés par la transhumance dans les zones d'accueil. Les scénarios envisageables pour le futur des systèmes pastoraux ont aussi été analysés. Les données ont été collectées à travers des groupes de discussion et des enquêtes individuelles. Les résultats ont montré que la transhumance n'était plus le seul fait des populations pastorales peules mais concernait diverses ethnies. Plus de 70 % des agriculteurs, des pasteurs sédentaires et des pasteurs transhumants interviewés dans les deux sites de l'étude ont rapporté que les avantages de la transhumance pour les communautés d'accueil en termes de dépôt de fumier dans les champs des cultures décroissaient. Quand bien même la majorité des répondants ont rapporté une augmentation des pratiques de la transhumance au cours des trente dernières années, ils prévoient leur diminution dans les années à venir. L'augmentation de la compétition autour des ressources pastorales entre les membres des communautés d'accueil et les pasteurs transhumants dans le sud du Mali crée une situation d'impasse et des frustrations se manifestant par une méfiance mutuelle.

■ Pour citer cet article : Umutoni C., Ayantunde A.A., Sawadogo G.J., 2016. Local knowledge of transhumance practices in the Sudano-Sahelian zone of Mali [in French]. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **69** (2): 53-61

■ INTRODUCTION

Au cours des trente dernières années au Mali, la transhumance a connu des transformations importantes telles que l'augmentation du nombre d'animaux, l'augmentation de la distance parcourue et l'orientation des mouvements des animaux davantage tournée vers le Sud (Ayantunde et al., 2014 ; Bassett et Turner, 2007). Ces modifications ont occasionné un profond bouleversement des relations agriculture-élevage et une exacerbation de la compétition pour

l'exploitation des ressources pastorales remettant en question la durabilité du système pastoral (Banoïn et al., 1996).

La compétition pour l'exploitation des ressources pastorales (fourrages et eau) dans la zone soudano-sahélienne du Mali est ainsi le résultat de l'accroissement du nombre d'animaux transhumants dans cette zone pendant la saison sèche suite à la rareté des pâturages dans le Sahel ainsi que de l'augmentation du nombre d'animaux possédés par la communauté d'accueil. En effet, pour limiter les risques associés à la variabilité de la pluviométrie, les agriculteurs ont diversifié leurs activités en intégrant l'élevage du bétail dans leur système de production (Turner et al., 2014 ; Turner, 2000 cité par Ayantunde et al., 2014 ; Banoïn et Jouve, 2000). Selon Moritz et al. (2009), la croissance démographique et la baisse des revenus agricoles due à la baisse de la fertilité des sols avec notamment la réduction des jachères seraient aussi d'autres éléments qui ont poussé les agriculteurs à diversifier leurs activités vers l'élevage. Parallèlement, cet accroissement démographique et la dégradation des terres cultivables dans les zones soudano-sahéliennes ont occasionné une expansion des zones de cultures au détriment des zones pastorales (ILRI, 2010).

1. International Livestock Research Institute, c/o Icrisat, BP 320, Bamako, Mali.
2. International Livestock Research Institute, Ouagadougou, Burkina Faso.
3. Département des sciences biologiques et productions animales, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal.

* Auteur pour la correspondance
Tél. : +223 20 70 92 00 ; fax : +223 20 70 92 01
Email : c.umutoni@cgiar.org



Il résulte de ces récentes tendances dans la zone soudano-sahélienne du Mali, une réduction et une marginalisation des espaces pastoraux, une augmentation de la charge animale et de la pression autour des ressources existantes, ainsi qu'une augmentation des tensions entre les éleveurs transhumants et les agriculteurs. Ces derniers se considèrent actuellement davantage comme des acteurs en compétition, alors qu'autrefois ils entretenaient des relations centrées sur la complémentarité. Ces changements ont affecté la perception des paysans sur les pratiques de la transhumance. Les études réalisées antérieurement ont surtout porté sur les pratiques de la transhumance dans le Sahel (Kiema et al., 2014 ; Turner et al., 2014 ; Ayantunde et al., 2000). De plus, elles se sont surtout intéressées aux éleveurs peuls et n'ont pas accordé beaucoup d'importance à la perception des autres acteurs dans les zones de transit et de destination des éleveurs transhumants venant du Sahel.

Cette étude prend en compte le point de vue de tous les acteurs concernés par la transhumance : agriculteurs⁴, pasteurs sédentaires⁵ et pasteurs transhumants⁶. Elle apporte aussi une valeur ajoutée à l'ensemble des connaissances sur la transhumance dans la zone subhumide où les études sur les pratiques de la transhumance sont limitées. L'objectif de cette étude a été d'examiner la perception des différents acteurs sur les pratiques et les tendances actuelles de la transhumance, et d'analyser les scénarios possibles sur l'avenir du pastoralisme dans la zone soudano-sahélienne du Mali.

■ MATERIEL ET METHODES

Zone d'étude

L'étude a été menée au sud du Mali dans la région de Sikasso et a concerné six communautés situées dans deux zones (figure 1) : dans la zone de Koutiala, Namposséla (5,34° O ; 12,33° N), Sirakélé (5,48° O ; 12,51° N) et Zanzoni (5,57° O ; 12,61° N) ; et dans la zone de Bougouni, Diéba (8° O ; 10,91° N), Sibilira (7,76° O ; 11,44° N) et Yorobougoula (7,91° O ; 11,52° N). Le climat qui règne dans la zone d'étude est de type soudanien, caractérisé par une alternance de

saison sèche et de pluie d'une durée moyenne de six mois. La pluviométrie annuelle varie respectivement entre 750 et 1100 mm, et 900 et 1200 mm dans les zones de Koutiala et de Bougouni. L'économie des deux zones repose principalement sur les activités agrosylvopastorales. Cette région a connu des vagues de migrations venues du centre et du nord du pays après les années de sécheresse. Beaucoup de Dogons et de Peuls y ont trouvé des terres d'accueil favorables à leurs activités agricoles et pastorales (Dembélé, 2008). Les deux zones ont été sélectionnées par le projet Africa Rising car elles se situent dans les zones d'intervention prioritaires pour les activités de l'USAID au Mali. En outre, les deux zones sont très importantes pour les pratiques de la transhumance au Mali, et elles constituent les points de transit et/ou de destination des éleveurs transhumants.

Collecte des données

Les données ont été collectées en période de transhumance, de février à avril 2014, pour assurer l'inclusion du point de vue des éleveurs transhumants. Elles ont été recueillies à travers des groupes de discussion (Duggleby, 2005) et pendant une enquête transversale exhaustive (Creswell, 2014). Le cumul des entretiens individuels et collectifs était justifié par leur complémentarité. Leur combinaison a permis d'explorer en détail les opinions des paysans et les expériences spécifiques. Le tableau I donne un aperçu sur les méthodes de collecte des données.

Groupes de discussion

Les groupes de discussion ont été conduits sous forme d'entretien semi-structuré dans le but de répondre à la question suivante : quelles ont été les tendances des pratiques de la transhumance au cours des trente dernières années ? Des discussions ont ainsi eu lieu pour permettre une compréhension aussi complète que possible du sujet et pour recueillir les perceptions des populations concernées.

Ces groupes de discussion ont été organisés par communauté : trois dans la zone de Bougouni et trois dans celle de Koutiala. Pour faciliter les échanges, quinze personnes au plus et huit personnes au minimum ont été invitées pour constituer chaque groupe. Seuls les paysans résidant dans les communautés d'étude (agriculteurs et pasteurs sédentaires) ont été concernés. Par ailleurs, aucun groupe ethnique n'a été privilégié, le choix a été fait pour que les participants représentent une couche importante de la population visée. La connaissance pertinente du sujet, la volonté et la capacité de partager ces connaissances ont été d'autres critères qui ont orienté la sélection des participants. Les discussions ont été centrées sur l'évaluation des tendances des pratiques de la transhumance. Pour cela, une proposition de variables sur la transhumance a été présentée et il a été demandé aux participants si celles-ci avaient augmenté ou diminué au cours des trente dernières années. Ensuite, il leur a été demandé d'apprécier l'ampleur du changement (faible, modéré, élevé, très élevé). Les détails ont été collectés à travers les discussions menées autour de chaque variable (thème). Les thèmes abordés ont été la mobilité du bétail dans le terroir du village, la distance parcourue lors de la transhumance, l'accès aux pâturages et à l'eau par les troupeaux transhumants, la relation des éleveurs pastoraux avec la communauté d'accueil, et la fréquence des conflits entre les agriculteurs et les éleveurs transhumants.

Enquêtes individuelles

Les enquêtes individuelles ont été menées pour répondre aux questions suivantes : a) quelle est la perception des acteurs concernés par la transhumance des pratiques de la transhumance ? et b) comment ces acteurs perçoivent-ils les pratiques de la transhumance dans les années à venir ? Les enquêtes ont été conduites auprès de 177 paysans. Les entretiens semi-structurés ont été centrés sur trois groupes concernés par la transhumance dans chaque communauté : les agriculteurs, les pasteurs sédentaires et les pasteurs transhumants. Il est à



Figure 1 : localisation de la zone d'étude au Mali.

⁴ Paysans autochtones du sud du Mali dont l'activité principale est l'agriculture mais qui ont intégré les activités d'élevage pour soutenir leurs activités agricoles et diversifier les revenus du ménage

⁵ Paysans éleveurs qui se sont sédentarisés dans le sud du Mali

⁶ Éleveurs pour lesquels a) l'élevage constitue l'activité principale et b) le système de production se caractérise par la mobilité saisonnière

Tableau I

Méthodes de collecte de données auprès des paysans de deux zones au sud du Mali

Méthode	Zone	Nombre des paysans impliqués			Groupe	Restitution
		Homme	Femme	Total		
Groupe de discussion	Bougouni	29	10	39	Agriculteur et pasteur résidant	Perceptions des paysans sur les tendances actuelles de la transhumance dans la communauté au cours des 30 dernières années
	Koutiala	31	14	45		
Enquête individuelle	Bougouni	37	8	45	Agriculteur	Perceptions concernant les pratiques actuelles de la transhumance Perception sur l'avenir de la transhumance
		13	4	17	Pasteur résidant	
		24	0	24	Pasteur transhumant	
	Koutiala	53	12	65	Agriculteur	
		16	2	18	Pasteur résidant	
8	0	8	Pasteur transhumant			

préciser que dans les deux zones (Bougouni et Koutiala), davantage d'agriculteurs ont été interviewés en raison de leur nombre élevé par rapport aux autres groupes. Le choix des personnes à interroger dans chaque groupe a été fait au hasard, sauf dans les cas où la taille de l'échantillon total était trop petite, comme pour le groupe des pasteurs transhumants ; ainsi tous les éleveurs transhumants rencontrés lors des enquêtes ont été interviewés.

Pour évaluer la perception des paysans sur les pratiques de la transhumance, une échelle de Likert a été utilisée pour classer les opinions. C'est une échelle de jugement avec laquelle la personne interrogée exprime son degré d'accord ou de désaccord vis-à-vis d'une affirmation. Une note est attribuée à chaque réponse proposée. Dans notre étude, trois types de réponses ont été proposées : 1 = d'accord ; 2 = neutre ; 3 = en désaccord.

Analyses statistiques

Une analyse descriptive a été menée sur les perceptions des paysans vis-à-vis des tendances des pratiques de la transhumance. Les citations de propos ont été ajoutées dans certains cas pour la mise en scène des perceptions des répondants. Le logiciel SPSS version 20 a été utilisé pour certaines analyses descriptives.

■ RESULTATS

Tendances de la transhumance au cours des trente dernières années

Les informations collectées à travers les groupes de discussion conduits dans les zones de Bougouni et de Koutiala ont montré que les pratiques de la transhumance dans la région soudano-sahélienne du Mali au cours des trente dernières années ont fait face à quelques changements dont la nature et l'importance ont varié selon la zone d'étude. Il y a eu une augmentation du nombre de troupeaux partant en transhumance. L'ampleur attribuée à cette augmentation par les répondants dans les discussions de groupe a été très élevée à Bougouni et élevée à Koutiala. Les participants ont perçu cette augmentation comme le résultat de la réduction de la surface des pâturages dans beaucoup de lieux. « Il y a plus d'animaux et moins de ressources, il faut alors multiplier les déplacements des animaux pour couvrir leurs besoins », ont expliqué les participants. Selon les paysans agriculteurs et pasteurs sédentaires dans les zones d'accueil, l'accès aux pâturages

et à l'eau pour les troupeaux transhumants a très fortement diminué dans les deux zones au cours des trente dernières années. L'appropriation des animaux par les agriculteurs des communautés d'accueil a été perçue comme un élément qui a contribué à la réduction de l'accès au pâturage et à l'eau pour les troupeaux transhumants. « Puisque nous avons beaucoup d'animaux, nous privilégions d'abord nos animaux. De plus, rares sont maintenant les éleveurs transhumants qui ont accès aux résidus de récolte car nous collectons la plupart de ces résidus pour les distribuer à nos propres animaux », ont rapporté les agriculteurs lors de discussions de groupe.

Les paysans pensent qu'aujourd'hui, la descente des éleveurs transhumants vers le sud du Mali est précoce comparée aux trente années passées : « De temps en temps les éleveurs transhumants arrivent avant même les périodes de récoltes ». Globalement, selon les participants des groupes de discussion, aujourd'hui on peut distinguer deux types de flux du bétail qui se distinguent en fonction de la période d'arrivée des transhumants dans les zones de transit et/ou de destination. Il s'agit, d'une part, des vagues d'animaux transhumants arrivant dans les zones de transit ou d'accueil avant, pendant ou juste après les récoltes (entre les mois d'octobre et de janvier). « La majorité des animaux transhumants arrivent durant cette période », ont spécifié les paysans, ajoutant que la présence des animaux transhumants durant cette période était à l'origine d'énormes dégâts dans leurs champs. D'autre part, il y a les vagues d'animaux transhumants arrivant un peu en retard dans les zones de transit ou d'accueil quand les champs sont complètement dégagés (entre février et mai). A cette période, les transhumants avaient l'accès libre aux résidus de récolte restant dans les champs après que les agriculteurs aient ramassé la quantité nécessaire de résidus pour leurs propres animaux. Ces deux types de transhumants retournaient chez eux à l'approche de l'hivernage ou dès le début de l'hivernage (mai-juin).

En résumé, les mouvements des animaux dans les territoires de Bougouni et de Koutiala s'étaient étalés d'octobre à mai avec des pics observés en novembre ou décembre selon les répondants. A Bougouni, un troisième type de transhumants circulant dans cette zone pendant les périodes de cultures a été constaté ces dernières années. D'après les paysans, ces transhumants ne retournaient jamais chez eux, ils étaient présents tout au long de l'année et se déplaçaient d'une zone à l'autre dans le sud du Mali en fonction des périodes (période de culture, de récolte et d'après récoltes) mais aussi en fonction de la disponibilité de ressources pastorales. Selon les répondants, ils n'étaient pas nombreux.

La réponse à la question sur la variabilité de la durée de séjour des transhumants dans les zones d'étude a révélé que cette durée a fortement diminué à Koutiala : « Aujourd'hui les transhumants ne font que passer ». Dans les enquêtes individuelles, la durée moyenne de présence des bergers transhumants à Koutiala a été de $2,33 \pm 0,52$ jours. « La disponibilité des pâturages est devenue un problème, la plupart des zones qui étaient dans le passé dédiées aux activités pastorales ont été transformées en zones de culture », ont expliqué les paysans, ce qui a réduit le temps de séjour des transhumants à Koutiala.

Contrairement à Koutiala, la durée de séjour des transhumants dans la zone de Bougouni a très fortement augmenté avec une moyenne de $60,82 \pm 6,36$ jours. La disponibilité en ressources pastorales dans cette zone constituant un facteur favorable. De plus, cette zone est limitrophe avec la Côte d'Ivoire et les transhumants qui, dans le passé, la traversaient pour se rendre dans ce pays ont été obligés de s'y arrêter en raison des problèmes politiques ivoiriens.

Les trente dernières années ont été caractérisées par des changements dans les relations entre les éleveurs pastoraux et les agriculteurs des communautés d'accueil ou de transit. Les paysans ont perçu ce changement dans les relations entre les éleveurs transhumants et les communautés d'accueil en termes de diminution des échanges et des contacts, et d'augmentation des conflits.

A Bougouni, les agriculteurs et les pasteurs résidents ont rapporté que leurs relations avec les éleveurs transhumants sont devenues de plus en plus tendues. Les principaux facteurs cités comme étant à l'origine de ce changement étaient les conflits et les dégâts causés par les animaux transhumants. Selon les dires des paysans, les comportements des pasteurs transhumants ont complètement changé : « Ils sont devenus violents, ils n'ont plus de respect ni peur de rien, ce qui importe c'est l'alimentation de leurs animaux ». Les paysans ont attribué la forte augmentation des conflits à une compétition accrue pour les ressources pastorales dans cette zone de transit ou de destination pour un grand nombre de transhumants venant de plusieurs régions et avec des mentalités différentes.

Selon les répondants la fréquence des conflits a moyennement diminué à Koutiala pour les raisons suivantes : « Le paysan est devenu ouvert, le dialogue entre les gens et l'esprit d'écoute ont été mis au centre de toutes nos relations. De plus, presque tous les paysans combinent actuellement l'agriculture et l'élevage, il est devenu alors facile de nous tolérer surtout en cas de dégâts causés par les animaux dans les champs ». Les paysans optaient pour un règlement à l'amiable plutôt que conflictuel. Un autre élément majeur mentionné comme ayant contribué à la réduction des conflits dans cette zone était le raccourcissement de la durée de séjour des transhumants.

Perception paysanne sur les pratiques de la transhumance

La perception des paysans sur les pratiques de la transhumance à Bougouni et à Koutiala est présentée dans le tableau II. Plus de 90 % des paysans concernés, c'est-à-dire les agriculteurs, les pasteurs sédentaires et les éleveurs transhumants dans les deux zones, ont reconnu que la transhumance était caractérisée par un long déplacement saisonnier des animaux toujours à la recherche de pâturages et que dernièrement cette mobilité était beaucoup plus orientée vers le Sud. A Bougouni, seuls les éleveurs transhumants ont indiqué que la transhumance constituait un moyen pour maintenir la résilience écologique des écosystèmes des zones arides et assurer la productivité de l'élevage. En revanche, à Koutiala, tous les acteurs ont affirmé cela.

A Bougouni, la grande majorité des paysans, soit 58 % des agriculteurs, 65 % des pasteurs sédentaires et 79 % des éleveurs transhumants, était d'accord sur le fait que la transhumance impliquait toujours de grands troupeaux en provenance de la zone sahélienne. Ils

ont associé cela à la rareté des ressources fourragères et en eau dans cette zone mais aussi au grand nombre de troupeaux possédés par les éleveurs. En revanche à Koutiala, plus de 60 % des paysans interviewés dans chaque catégorie des répondants ont été en désaccord avec cette affirmation. Ils ont déclaré que la transhumance était pratiquée par des troupeaux en provenance de tous les horizons : « Ils viennent de zones où il n'y a pas suffisamment de ressources pastorales ». Ils ont ajouté que tout paysan, qu'il soit du nord ou d'ailleurs, propriétaire de plus 20 têtes de bovins était obligé de déplacer ses animaux pendant la saison sèche pour couvrir leurs besoins alimentaires. « Même certains agriculteurs de la zone de Koutiala et des zones environnantes où les ressources pastorales commencent à se faire rares font la transhumance en allant vers l'extrême sud du pays », ont déclaré certains interviewés. Ces agriculteurs partaient après les périodes de récolte, juste après avoir utilisé les résidus, et ils revenaient à l'approche de l'hivernage pour pouvoir participer aux travaux agricoles (de février à mai).

La majorité des acteurs concernés par la transhumance dans les deux zones d'étude ont précisé que les Peuls n'étaient plus les seuls à pratiquer la transhumance. En effet, un résultat important de notre étude est que la transhumance est aujourd'hui pratiquée par une diversité de groupes ethniques (figure 2). Il n'y a pas eu de différence de perception entre les agriculteurs et les éleveurs transhumants. Bien que la quasi-totalité des répondants aient affirmé que les pasteurs peuls restaient les plus nombreux des éleveurs transhumants, ils ont constaté que d'autres groupes ethniques pratiquent la transhumance aujourd'hui. Les groupes ethniques les plus souvent rencontrés à Bougouni étaient les Bambara et les Soninkés, et à Koutiala les Miniankan et les Bella. Hormis les pasteurs transhumants enquêtés à Bougouni, la majorité des autres catégories de répondants à Bougouni et à Koutiala a mentionné que la pratique de la transhumance n'a pas diminué au cours des trente dernières années : « Au contraire, la pratique de la transhumance ne fait qu'augmenter d'une année à l'autre et prend une ampleur beaucoup plus élevée ». Néanmoins, une minorité a affirmé que la pratique de la transhumance a diminué au cours de cette période.

Plus de 80 % des répondants toutes catégories confondues dans les deux zones ont confirmé qu'il était difficile de gérer les troupeaux transhumants en termes de contrôle des mouvements des animaux sur les territoires des zones de transit ou d'accueil et d'accès aux ressources pastorales. La perte et le vol d'animaux dus à l'arrivée massive des éleveurs transhumants dans les communautés d'accueil ou de transit ont été relatés par une grande proportion des agriculteurs et des pasteurs sédentaires enquêtés dans les deux zones. Cependant, plus de 75 % des éleveurs transhumants n'ont pas été d'accord avec cette déclaration : « C'est le manque d'attention de la part des agriculteurs. Parfois leurs animaux peuvent même nous suivre sans qu'on s'en rende compte ». A Bougouni, 81 sur 86 paysans enquêtés ont affirmé que la présence de troupeaux transhumants conduisait souvent à des conflits, contre 56 sur 91 paysans enquêtés à Koutiala.

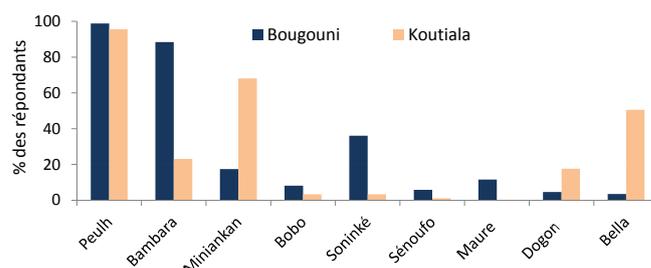


Figure 2 : groupes ethniques des éleveurs pratiquant la transhumance au sud du Mali selon la perception des paysans.

Tableau II

Perception des paysans sur les pratiques de la transhumance (TR) dans deux zones du sud du Mali (%)

	Bougouni			Koutiala		
	Agriculteur	Pasteur sédentaire	Pasteur transhumant	Agriculteur	Pasteur sédentaire	Pasteur transhumant
TR est caractérisée par un long déplacement saisonnier des animaux						
D'accord	100	100	100	100	100	87,5
Neutre	0	0	0	0	0	0
En désaccord	0	0	0	0	0	12,5
TR est pratiquée seulement par les groupes ethniques peuls						
D'accord	6,7	11,8	4,2	6,2	0	0
Neutre	0	11,8	0	4,6	0	0
En désaccord	93,3	76,4	95,8	89,2	100	100
TR est essentielle pour maintenir la résilience écologique des écosystèmes des zones arides et assurer la productivité de l'élevage						
D'accord	22,2	5,9	75	93,8	94,4	100
Neutre	73,3	88,2	25	4,6	0	0
En désaccord	4,5	5,9	0	1,5	5,6	0
TR implique toujours de grands troupeaux en provenance de la zone sahélienne						
D'accord	57,8	64,7	79,2	15,4	22,2	12,5
Neutre	4,4	0	8,3	6,2	16,7	25,0
En désaccord	37,8	35,3	12,5	78,5	61,1	62,5
La pratique a diminué au cours des 30 dernières années						
D'accord	22,2	41,2	54,2	15,4	5,6	0
Neutre	8,9	17,6	0	4,6	0	12,5
En désaccord	68,9	41,2	45,8	80	94,4	87,5
Il est toujours difficile de gérer les troupeaux transhumants sur le territoire du village						
D'accord	95,6	94,1	54,2	92,3	77,8	75
Neutre	2,2	5,9	8,3	1,5	11,1	25
En désaccord	2,2	0	37,5	6,2	11,1	0
La présence de troupeaux transhumants conduit souvent à des conflits						
D'accord	93,3	100	91,7	61,5	66,6	37,5
Neutre	2,2	0	8,3	3,1	16,7	25
En désaccord	4,4	0	0	35,4	16,7	37,5
TR sera significativement réduite dans les 30 prochaines années						
D'accord	71,1	70,6	83,3	60	44,4	50
Neutre	6,7	11,8	4,2	3,1	16,7	12,5
En désaccord	22,2	17,6	12,5	36,9	38,9	37,5
TR augmente la compétition autour des ressources naturelles (pâturages, eau, résidus de récolte) dans la communauté						
D'accord	95,6	94,1	83,3	96,9	83,3	100
Neutre	4,4	5,9	8,3	0	11,1	0
En désaccord	0	0	8,4	3,1	5,6	0
Les avantages de TR en dépôt de fumier dans les champs de cultures pour la communauté d'accueil diminuent						
D'accord	86,7	88,2	91,7	100	77,8	100
Neutre	2,2	0	0	0	11,1	0
En désaccord	11,1	11,8	8,3	0	11,1	0
Les communautés d'accueil sont toujours amicales et coopérative avec les transhumants						
D'accord	48,9	5,9	12,5	80	55,6	87,5
Neutre	11,1	23,5	33,3	18,5	44,4	12,5
En désaccord	40	70,6	54,2	1,5	0	0
La présence de troupeaux transhumants conduit toujours à la perte d'animaux pour les populations autochtones						
D'accord	86,7	88,2	16,7	69,2	55,6	12,5
Neutre	6,7	5,9	4,2	6,2	16,7	0
En désaccord	6,7	5,9	79,2	24,6	27,8	87,5
TR est une pratique démodée ou ancienne qui devrait être interdite						
D'accord	77,8	70,6	29,2	20	5,6	0
Neutre	2,2	17,6	4,2	21,5	33,3	12,5
En désaccord	20	11,8	66,6	58,5	61,1	87,5

Aussi bien les agriculteurs que les éleveurs transhumants ont partagé ce point de vue. La plupart des conflits enregistrés étaient liés aux dégâts causés au niveau des champs, d'autant que le passage était très difficile dans les zones ne disposant pas de schémas pastoraux. Néanmoins à Koutiala, 29 sur 91 interviewés ont déclaré que, bien que la gestion des animaux transhumants dans leurs zones fût difficile, elle ne conduisait pas souvent à des conflits.

Les agriculteurs et les pasteurs sédentaires et transhumants ont aussi mentionné que les avantages de la transhumance pour les communautés d'accueil en termes de dépôt de fumier dans les champs des cultures décroissaient. Ceci a été reconnu par plus de 70 % de l'ensemble des interviewés. Selon eux, cette baisse du dépôt de fumier dans les champs était due, en premier lieu, à la réduction de la durée de séjour des transhumants dans les champs des agriculteurs. Cette réduction a été la conséquence du manque de ressources pastorales, surtout à Koutiala où les transhumants ne faisaient que passer et ne déposaient donc pas suffisamment de bouses dans les champs. En deuxième lieu, la plupart des agriculteurs sont devenus réticents à l'idée de laisser les animaux transhumants camper dans leurs champs car ils étaient convaincus que leur passage apportaient des mauvaises herbes. En dernier lieu, ils ont mentionné le manque de points d'eau pour l'abreuvement des animaux. D'après les transhumants, l'abreuvement des animaux était de plus en plus problématique et ils ne pouvaient pas rester dans les zones où il leur était difficile d'abreuver leurs troupeaux. En outre, plus de 80 % des éleveurs transhumants enquêtés ont rapporté que les agriculteurs ramassaient presque la totalité des résidus après les récoltes et qu'il n'y avait ainsi aucune raison d'aller camper dans les champs des agriculteurs : « C'est du business, pas d'eau, pas de résidus, alors pas question de leur fournir du fumier ». Les transhumants préféraient camper dans la brousse plutôt que dans les champs, là ils étaient sûrs de trouver les aliments pour leurs animaux.

Perception des paysans sur l'avenir des pratiques de la transhumance

Pour comprendre la perception des paysans sur l'avenir des pratiques de la transhumance, il a été demandé aux acteurs concernés d'exprimer leurs prévisions sur cette question. A Bougouni, 71 % des agriculteurs, 70 % des pasteurs sédentaires et 83 % des pasteurs transhumants ont affirmé que la transhumance serait significativement réduite dans les trente prochaines années, contre seulement et respectivement 60, 44 et 50 % de ces groupes interviewés à Koutiala.

Perception des paysans sur la réduction des pratiques de la transhumance

Les raisons données par les interviewés dans les deux zones pour la réduction des pratiques de la transhumance ont été regroupées en trois catégories décrites ci-après.

Raisons climatiques et environnementales

Selon 70 % de la totalité des répondants dans les deux zones, la probabilité d'une réduction significative des pratiques de la transhumance vers la région du sud du Mali serait le résultat des perturbations climatiques et des dégradations environnementales. Leur argumentation a été fondée sur l'hypothèse que la persistance des perturbations climatiques allait conduire à une réduction considérable des ressources pastorales dans le sud et un peu partout dans le pays. Dans cette situation, il serait alors difficile aux éleveurs de couvrir les besoins de leurs animaux. Ainsi, les éleveurs seraient obligés de rester chez eux et de créer des conditions alternatives pour nourrir leur bétail sur place.

Raisons liées aux relations sociales

Plus de 90 % des répondants agriculteurs, pasteurs sédentaires et transhumants à Bougouni contre 30 % à Koutiala ont pointé

l'aggravation des relations sociales, menant parfois à la violence, entre les transhumants et les membres des communautés d'accueil ou de transit, comme l'une des raisons de la probabilité d'une réduction significative des pratiques de la transhumance. Leurs critiques ont montré que la persistance de telles situations allait créer des frustrations au niveau des communautés d'accueil et qu'aucune communauté n'accepterait d'accueillir les transhumants, voire de les laisser passer dans la communauté. Dans ces conditions, les transhumants seraient bloqués et il leur serait difficile de maintenir leurs déplacements. Certains agriculteurs ont même fait des déclarations menaçantes : « Avec cette ampleur des conflits, si l'Etat ne trouve pas de solution adéquate, on saura quoi faire ».

Raison de la gestion de troupeau des éleveurs transhumants

« La gestion des animaux pour couvrir leurs besoins alimentaires devient de plus en plus difficile », ont déclaré plus de la moitié des interviewés toutes catégories confondues. Ils ont affirmé être conscients du déséquilibre entre le disponible fourrager et la charge animale, et ils savent que dans les années à venir les éleveurs n'auront que le choix de diminuer le nombre d'animaux pour garder le peu qu'ils seront capables de gérer sur place. « Nous commençons à avoir des difficultés pour alimenter nos animaux et notre propre sécurité lors de la transhumance n'est plus garantie. La situation commence à nous dépasser, nous allons devoir rester chez nous dans les jours à venir pour éviter toutes sortes de problèmes », ont déclaré plus de 60 % des pasteurs transhumants enquêtés à Bougouni.

Cependant, près de 37 % des agriculteurs, 39 % des pasteurs sédentaires et 38 % des pasteurs transhumants interviewés à Koutiala contre seulement et respectivement 22, 18 et 12 % de ces groupes à Bougouni n'ont pas envisagé la possibilité de diminuer significativement les pratiques de la transhumance dans les trente prochaines années. Leur argumentation était basée tout d'abord sur le fait que la transhumance était un mode de vie et non pas seulement un système de production, et qu'il y a toute une société qui vit de ce système de production. Ensuite, ils ont argué que la transhumance était une nécessité qui s'imposait dans les conditions de production animale du Sahel car la bonne productivité des animaux en dépendait. Les mouvements des animaux sont indispensables pour la vie des animaux, par conséquent sans transhumance, pas d'élevage au Sahel : « La transhumance continuera tant que nous vivrons à condition que le gouvernement trouve une alternative pour que nous puissions subvenir aux besoins de nos animaux et à ceux de nos familles ».

■ DISCUSSION

Les résultats ont montré que les paysans étaient conscients qu'il y a eu une augmentation des mouvements des animaux au cours des trente dernières années et ils ont observé que la distance parcourue par les animaux lors de la transhumance a eu tendance à s'allonger au fil des années. Des résultats similaires ont été rapportés par Ayantunde et al. (2014), et Schlecht et al. (2001). Les paysans ont constaté que les distances parcourues évoluaient d'une saison à l'autre en fonction des conditions climatiques, de la disponibilité et de la répartition des ressources pastorales (FAO et Cirad, 2012 ; Ayantunde et al., 2011). En effet, suite à la rareté des pâturages et à l'expansion des terres cultivables en zone de pâturages, les transhumants sont obligés de créer des itinéraires alternatifs et de parcourir des centaines de kilomètres pour accéder aux ressources pastorales dans les zones où elles sont disponibles (Bassett et Turner, 2007 ; Ayanda et al., 2013 ; Turner et Hiernaux, 2008). L'implication des agriculteurs dans l'élevage était perçue comme un élément qui a contribué à la réduction de l'accès des groupes transhumants aux ressources pastorales dans le sud du Mali.

De fait, la pratique de l'élevage par les agriculteurs et le manque de fourrage naturel en saison sèche chaude font qu'il y a une collecte

et un stockage d'une quantité importante des résidus par les agriculteurs juste après la récolte, réduisant ainsi l'accès des pasteurs transhumants aux résidus de récolte (Kiema et al., 2012 ; Sougnabe, 2013). Cette réduction des ressources fourragères et l'augmentation du nombre d'animaux dans les territoires d'accueil sont à l'origine de l'accroissement de la compétition autour des ressources disponibles car chaque acteur défend ses intérêts à tout prix. Cette réalité conduit le plus souvent à des situations tendues et/ou conflictuelles entre les agriculteurs et les éleveurs (Kiema et al., 2014 ; Driel, 1999). De temps en temps des massacres de personnes sont aussi rapportés.

Cependant, l'ampleur des conflits est beaucoup plus élevée dans les zones où la durée de séjour des transhumants est beaucoup plus longue. Par exemple, à Bougouni, on assiste au cours de ces dernières années à une recrudescence du nombre de conflits entre les agriculteurs et les éleveurs (Umutoni, 2016), suite à l'augmentation du nombre de transhumants arrivant dans cette zone et à la durée de leur séjour (Moritz, 2010). En effet, la zone de Bougouni est devenue en partie un lieu de destination pour beaucoup de transhumants en raison des ressources pastorales qu'elle offre. De plus, l'accroissement du nombre de transhumants et de la durée de leur séjour dans cette zone s'explique par la crise socio-politique ivoirienne mentionnée plus haut.

Par ailleurs, dans les zones où la durée de séjour des transhumants s'est raccourcie, le nombre de conflits a considérablement diminué. C'est le cas à Koutiala qui est devenue plutôt une zone de transit pour les transhumants. La cause de cette tendance était la faible disponibilité en pâturages. La plupart des zones qui étaient autrefois destinées aux activités pastorales ont été transformées en zones de culture suite à une démographie en forte hausse. De plus, les points d'abreuvement sont insuffisants. Tous ces facteurs réunis constituaient des obstacles suffisants pour que les transhumants réduisent leur temps de séjour dans cette zone.

Les résultats montrent que les paysans continuent d'observer qu'un grand nombre de troupeaux transhumants vient du Sahel mais ils remarquent aujourd'hui l'arrivée de troupeaux venant d'horizons divers, là où la rareté des pâturages commence à se faire sentir. En conséquence, la transhumance n'est plus une pratique exclusive des Peuls. Cette diversité ethnique dans les pratiques de la transhumance a été rapportée par Banoïn et Jouve (2000) au Niger. Une hypothèse expliquant cette évolution est le transfert important au cours des deux dernières décennies du cheptel des éleveurs vers les agriculteurs. On assiste également à une réduction du confiage des animaux à des spécialistes (peuls) puisque les agriculteurs disent ne plus faire confiance aux éleveurs. Tous ces éléments ont conduit à une surcharge animale chez la population bénéficiaire du transfert qui est alors obligée de chercher des pâturages disponibles dans les zones marginales (Banoïn et Jouve, 2000), d'où la pratique de la transhumance chez les populations sédentaires.

Cette diversité des groupes ethniques dans la pratique de la transhumance est un signe révélateur d'une augmentation des pratiques de la transhumance. Cette recrudescence des mouvements des animaux pourrait être attribuée à l'augmentation considérable du bétail et à une réduction considérable des ressources pastorales. L'association de ces deux éléments rend difficile la gestion des animaux sur place et oblige les éleveurs à se déplacer pour limiter les risques. Néanmoins, une diminution des pratiques de la transhumance a été rapportée par certains répondants, associant cela à la rareté des pâturages qui obligeait certains éleveurs à déstocker leurs animaux et garder le peu qu'ils étaient capable de gérer sur place. Un autre élément cité à l'origine de cette diminution était les conflits qui ont opposé certains éleveurs avec les communautés d'accueil, poussant certains à abandonner la pratique de la transhumance.

Par ailleurs, les difficultés associées aux pratiques de la transhumance, qui ont de plus bouleversé la société agropastorale, compromettent

l'avenir de la transhumance dans le sud du Mali. Globalement, les réflexions sur l'hypothèse d'une réduction significative de la transhumance dans les trente prochaines années ont différé selon les zones d'études. Les zones qui expérimentent une recrudescence des mouvements des animaux ont tendance à adhérer à cette hypothèse. Nous pensons que la recrudescence des conflits dans les zones à forte présence d'éleveurs transhumants au cours des trente dernières années et les difficultés associées aux pratiques de la transhumance, comme la diminution de l'accès aux ressources pastorales pour les éleveurs transhumants et la gestion des animaux transhumants qui devient de plus en plus difficile dans les territoires d'accueil, expliquent la contradiction entre l'augmentation de la transhumance, constatée au cours des trente dernières années par les paysans et leur prévision de sa diminution dans les années à venir.

Au cours des deux dernières décennies, l'avenir des systèmes pastoraux a suscité l'intérêt des experts à cause des sécheresses de plus en plus sévères, la croissance démographique et la multiplication des conflits avec les agriculteurs mettant en péril l'avenir de l'élevage pastoral au Sahel (Niamir-Fuller et Turner, 1999 ; Marty et al., 2006 ; Turner et al., 2014). Turner et al. (2014) affirment que la mobilité des animaux est une stratégie d'adaptation à long terme aux variabilités climatiques et qu'elle continuera de jouer un rôle très important comme stratégie de subsistance chez les pauvres en milieu rural. D'après ces auteurs, la transhumance est une stratégie pour réduire la vulnérabilité des communautés rurales face aux changements climatiques et aussi une stratégie pour limiter l'effet écologique négatif du pâturage du bétail sur les pâturages ouverts. Marty et al. (2006) ont argumenté en disant que les modes individuels de la mobilité vont changer, la mobilité va s'adapter à de nouveaux contextes, à de nouvelles opportunités et contraintes, mais la mobilité va persister et peut être même augmenter. En y regardant de plus près et vu l'importance de l'élevage en milieu rural, il est évident que la rareté des pâturages va conduire à une augmentation de la mobilité du bétail à moins qu'il y ait suffisamment de ressources pour acheter les aliments pour les animaux. De plus d'après une étude, si la transhumance disparaissait, le nombre d'animaux serait réduit de moitié dans vingt ans sans augmentation de la productivité (SWAC/OECD, 2007), ce qui compromettrait encore davantage la sécurité alimentaire dans le monde rural, mais plus particulièrement celle des ménages qui dépendent presque exclusivement de l'élevage.

■ CONCLUSION

Au Mali la pratique de la transhumance a subi des changements importants au cours des trois dernières décennies avec une augmentation des mouvements des animaux. Aujourd'hui, plusieurs groupes ethniques pratiquent la transhumance, contrairement au passé où elle était une spécialité des Peuls.

Les résultats montrent également une recrudescence des conflits entre les agriculteurs et les éleveurs au cours de ces dernières années de sorte que les communautés d'accueil ou de transit des transhumants commencent à être réticentes face à cette pratique. En dépit de cette réticence, certains paysans continuent à soutenir les pratiques de la transhumance en arguant que non seulement c'est un mode de vie mais c'est aussi le seul moyen pour nourrir un grand nombre d'animaux dans les conditions actuelles. Cependant, d'autres paysans ne soutiennent plus ce mode d'élevage car ils le considèrent comme non adapté aux réalités actuelles.

Sur la base de nos résultats, il n'est pas possible de conclure sur la probabilité de disparition ou non de la transhumance dans les trente prochaines années. Néanmoins, l'étude souligne la possibilité d'une réduction des pratiques de la transhumance dans les années à venir.

Remerciements

Les auteurs expriment leur gratitude à l'Association malienne d'éveil pour le développement durable (Amedd) pour leur soutien. Ils expriment également leur sincère reconnaissance à la United States Agency for International Development (USAID) pour avoir financé cette étude. Cette recherche a également bénéficié du soutien du programme de recherche du Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale (Cgiar) dans les systèmes arides.

REFERENCES

- Ayanda I.F., Oyeyinka R.A., Salau S.A., Ojo F., 2013. Perceived effects of climate change on transhumance pastoralists in Ogun State, Nigeria. *J. Agric. Sci.*, **5**: 190-198, doi: 10.5539/jas.v5n4p190
- Ayantunde A.A., Asse R., Said M.Y., Fall A., 2014. Transhumant pastoralism, sustainable management of natural resources and endemic ruminant livestock in the sub-humid zone of West Africa. *Environ. Dev. Sustain.*, **16**: 1097-1117, doi: 10.1007/s10668-014-9515-z
- Ayantunde A.A., De Leeuw J., Turner M.D., Said M., 2011. Challenges of assessing the sustainability of (agro) pastoral systems. *Livest. Sci.*, **139**: 30-43, doi: 10.1016/j.livsci.2011.03.019
- Ayantunde A.A., Williams T.O., Udo H.M.J., Fernández-Rivera S., Hiernaux P., Van Keulen H., 2000. Herders' perceptions, practice, and problems of night grazing in the Sahel: Case studies from Niger. *Hum. Ecol.*, **28**: 109-130, doi: 10.1023/A:1007031805986
- Banoïn M., Gueye C., Soumana I., Ali M., Jouve P., 1996. Péjorations climatiques et évolution des pratiques de transhumance en zone agropastorale sahélienne : cas de l'arrondissement de Mayahi, au Niger. In : Gestion des terroirs et des ressources naturelles au Sahel (éd. Jouve P.). Cirad-SAR, Cnearc, Montpellier, France, 43-60
- Banoïn M., Jouve P., 2000. Déterminants des pratiques de transhumance en zone agro pastorale sahélienne : cas de l'arrondissement de Mayahi, au Niger. In : Rupture : nouveaux enjeux, nouvelles fonctions, nouvelle image de l'élevage sur parcours (éds Bourbouze A., Qarro M.). Ciheam, Montpellier, France, 91-105 (Options Méditerran. Sér. A. Séminaires méditerranéens ; n° 39)
- Bassett T.J., Turner M., 2007. Sudden shift or migratory drift? Fulbe herd movements to the Sudano-Guinean region of West Africa. *Hum. Ecol.*, **35**: 33-49, doi: 10.1007/s10745-006 9067-4
- Creswell J.W., 2014. Research design: Qualitative, quantitative and mixed methods approaches. Sage Publication, California, USA, 273 p.
- Dembele C., 2008. Sécuriser le pastoralisme en Afrique de l'Est et de l'Ouest. Protéger et promouvoir la mobilité du bétail. IIED / Sahel Eco, Mali
- Driel A.V., 1999. The end of the herding contract: Decreasing complementary linkage between Fulbe pastoralists and Dendi agriculturalists in Northern Benin. In: Pastoralists under pressure? Fulbe societies confronting change in West Africa (Eds. Azarya V., Breedveld A., Bruijn M.D., Dijk H.V.). Brill, Leiden, Netherlands, 191-209 (Social, economic and political studies of the Middle East and Asia)
- Duggleby W., 2005. What about focus group interaction data. *Qual. Health Res.*, **15**: 832 840, doi: 10.1177/1049732304273916
- FAO, Cirad, 2012. Atlas des évolutions des systèmes pastoraux au Sahel 1970-2012. FAO, Rome, Italie
- ILRI, 2010. Sustainable management of globally significant endemic ruminant livestock in West Africa (PROGEBE). Gambia Baseline Report. International Livestock Research Institute, Nairobi, Kenya
- Kiema A., Sawadogo I., Ouedraogo T., Nianogo A.J., 2012. Stratégies d'exploitation du fourrage par les éleveurs de la zone sahélienne du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **6**: 1492-1505, doi: 10.4314/ijbcs.v6i4.8
- Kiema A., Tontibomma G.B., Zampaligre N., 2014. Transhumance et gestion des ressources naturelles au Sahel : contraintes et perspectives face aux mutations des systèmes de productions pastorales. *Vertigo*, **14** (3), doi : 10.4000/vertigo.15404
- Marty A., Bonnet B., Guibert B., 2006. La mobilité pastorale et sa viabilité. Entre atouts et défis. Institut de recherches et d'applications des méthodes de développement, Paris, France
- Moritz M., 2010. Understanding herder-farmer conflicts in West Africa: Outline of a processual approach. *Hum. Organ.*, **69**: 138-148, doi: 10.17730/humo.69.2.aq85k02453w83363
- Moritz M., Kyle B., Nolan K., Patrick S., Shaffer M., Thampy G., 2009. Too many people and too few livestock in West Africa? An evaluation of Sandford's thesis. *J. Dev. Stud.*, **45**: 1113-1133, doi: 10.1080/00220380902811058
- Niamir-Fuller M., Turner M.D., 1999. A review of recent literature on pastoralism and transhumance in Africa. In: Managing mobility in African rangelands: the legitimization of transhumance (Ed. Niamir-Fuller M.). IT Publications, Exeter, UK, 18-46
- Schlecht E., Hiernaux P., Turner D.M., 2001. Mobilité régionale du bétail, nécessité et alternatives ? In : Elevage et gestion de parcours au Sahel, implication pour le développement (éds. Tielkes E., Schlecht E., Hiernaux P.). Verlag Ulrich, Stuttgart, Allemagne, 65-77
- Sougnabe P., 2013. La sédentarisation comme moyen d'adaptation aux baisses de la pluviométrie chez les éleveurs peuls en savane tchadienne. *Vertigo*, **13** (1), doi : 10.4000/vertigo.13468
- SWAC/OECD, 2007. Promoting and supporting change in transhumant pastoralism in the Sahel and West Africa. SWAC/OECD, Paris, France. (Policy Note ; 3)
- Turner M.D., 2000. Drought, domestic budgeting and wealth distribution in Sahelian households. *Dev. Change*, **31**, doi: 10.1111/1467-7660.00187
- Turner M.D., Hiernaux P., 2008. Changing access to labor, pastures, and knowledge: The extensification of grazing management in Sudano-Sahelian West Africa. *Hum. Ecol.*, **26**: 59-80, doi: 10.1007/s10745-007-9149-y
- Turner D.M., McPeak J.G., Ayantunde A., 2014. The role of livestock mobility in the livelihood strategies of rural peoples in semi-arid West Africa. *Hum. Ecol.*, **42**: 231-247, doi: 10.1007/s10745-013-9636-2
- Umutohi C., 2016. Analyse des modes de gestion des ressources naturelles dans le cadre d'identification des facteurs d'amélioration de la productivité du bétail dans les systèmes mixtes agriculture-élevage en zone soudano-sahélienne du Mali. Thèse Doct., Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal, 142 p.

Summary

Umutoni C., Ayantunde A.A., Sawadogo G.J. Local knowledge of transhumance practices in the Sudano-Sahelian zone of Mali

Studies on transhumance have often focused on pastoralists – in particular the Fulanis – of Sahelian areas. To give another perspective, the present study investigated transhumance practices in the Sudano-Sahelian zone of Mali by integrating the perception of farmers and sedentary herders affected by transhumance in the host areas. Possible scenarios of transhumant pastoralism for the future were also analyzed. Data were collected through focus groups and individual interviews. The results showed that transhumance was no longer solely practiced by Fulani pastoralists but involved various ethnic groups. Over 70% of the interviewed farmers, sedentary pastoralists and transhumant pastoralists in the two study sites reported that the benefits of transhumance for the host communities in terms of manure deposit in crop fields had been decreasing. Although the majority of respondents reported an increase in transhumance practices in the last thirty years, they forecast their decline in the coming years. The increasing competition over grazing resources between members of host communities and transhumant pastoralists in Southern Mali creates a deadlock and frustrations expressed by mutual distrust.

Keywords: transhumance, local community, agropastoral system, land conflict, animal husbandry, Mali

Resumen

Umutoni C., Ayantunde A.A., Sawadogo G.J. Conocimiento local de las prácticas de trashumancia en la zona sudano-saheliana de Malí

Los estudios sobre las prácticas de trashumancia se han a menudo enfocado en pastores – en particular los Peul – de las áreas sahelianas. Para dar otra perspectiva, el presente estudio investigó las prácticas trashumancia en la zona sudano-saheliana de Malí, integrando la percepción de los finqueros y pastores sedentarios afectados por la trashumancia en las zonas de acogida. También se analizaron posibles escenarios de pastoreo trashumante para el futuro. Los datos se colectaron a través de grupos de enfoque y entrevistas individuales. Los resultados muestran que las trashumancia no era ya únicamente practicada por los pastores peul pero que involucraba varios grupos étnicos. Más de 70% de los finqueros entrevistados, pastores sedentarios y pastores trashumantes en los dos sitios de estudio reportaron que los beneficios de la trashumancia para las comunidades de acogida en términos de depósito de estiércol en los campos de cultivo estaban disminuyendo. Aunque la mayoría de los entrevistados reportaron un aumento en la des prácticas trashumancia en los últimos treinta años, ellos prevén una disminución en los años que vienen. La competencia creciente sobre los recursos de pastoreo entre miembros de las comunidades de acogida y los pastores trashumantes en el sur de Malí crea parálisis y frustraciones expresadas por una desconfianza mutua.

Palabras clave: trashumancia, comunidad local, sistema agropascícola, conflicto por la tierra, ganadería, Malí

Conception participative d'innovations et accompagnement des projets d'élevage familiaux au Burkina Faso : explorer, expérimenter et évaluer

Barkwendé Jéthro Delma^{1*} Hassan Bismarck Nacro²
Valérie Bougouma-Yameogo² Eric Vall³

Mots-clés

Bovin, conception de projet, exploitation agricole familiale, alimentation des animaux, approche participative, Burkina Faso

Submitted: 25 September 2015

Accepted: 11 April 2016

Published: 26 October 2016

Résumé

Une grande majorité des polyculteurs éleveurs de l'ouest du Burkina Faso ont un projet d'élevage familial (PEF) en tête. Cependant, plus de la moitié des projets ne démarrent même pas. Parmi ceux mis en place, d'importantes faiblesses sont observées au niveau de la gestion de l'alimentation du bétail, ce qui compromet leur rentabilité économique. Cet article présente une démarche de conception et d'accompagnement de projet d'élevage familial (Capef) conduit en partenariat entre le producteur et un conseiller. Elle permet d'accompagner le producteur dans la préparation, l'exécution et l'évaluation de son projet. La démarche a été élaborée avec 10 producteurs qui avaient des PEF bovins de trait, bovins à l'engraissement ou vaches laitières en préparation. La Capef se déroule en quatre étapes : a) le diagnostic, b) le calibrage et la recherche d'options d'amélioration, c) la mise en œuvre et l'ajustement, et d) l'évaluation. Dans cette approche de conception d'accompagnement, les producteurs ont mis au point le PEF progressivement, en même temps qu'ils ont appris à le piloter, en réorganisant leur travail et l'allocation de leurs moyens de production. La Capef a aidé les producteurs à développer les apprentissages permettant la maîtrise des pratiques d'alimentation et des stratégies d'élaboration d'un projet d'élevage pour mieux le réussir. Pour le chercheur, elle a permis de comprendre la rationalité des éleveurs en participant avec eux à la construction et à la mise en œuvre de leur PEF.

■ Pour citer cet article : Delma B.J., Nacro H.B., Bougouma-Yameogo V., Vall E., 2016. Participatory innovation design, and support of family livestock projects in Burkina Faso: explore, experiment, evaluate [in French]. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **69** (2): 63-71

■ INTRODUCTION

Dans les pays en développement, des millions d'agriculteurs familiaux souhaitent pratiquer, ou pratiquent déjà, l'élevage pour en tirer un revenu (Coulon et al., 2011 ; Robinson et al., 2011), épargner afin de constituer un patrimoine, se doter d'un « capital - assurance sur pied » en prévision des temps difficiles (Faye, 2001), et disposer d'une source d'énergie agricole et de fumure (Lhoste et al., 2010). Les diverses formes d'élevage familial (bovins de trait, embouche,

production laitière bovine, élevage de petits ruminants, de porcins ou de volailles) sont présentées comme une option qui aide les producteurs modestes à sortir de la pauvreté en générant rapidement un revenu (FAO, 2009).

En Afrique de l'Ouest l'élevage familial, caractérisé par les liens entre la famille et l'unité de production (inclusion du capital productif dans le patrimoine familial, combinaison de logiques domestiques et d'exploitation) et par la mobilisation du travail familial excluant le salariat permanent (Bélières et al., 2013), est largement dominant face aux formes d'élevage patronales ou industrielles. Aujourd'hui en Afrique de l'Ouest, la croissance démographique, notamment dans les villes, a augmenté la demande en produits animaux de qualité et diversifiés, créant de nouvelles opportunités pour l'élevage familial (Delgado, 2003). Dans la région, cet élevage intégré à l'agriculture est promis à un bel avenir au cours des prochaines décennies (Club du sahel, 2008 ; Robinson et al., 2011).

1. Cirades, 01 BP 454, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.

2. IDR, Université polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.

3. Cirad, UMR Selmets, 34398 Montpellier, France.

* Auteur pour la correspondance

Tél. : +226 70 00 87 92 ; email : delmajethro@yahoo.fr



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

De nombreuses études réalisées en Afrique de l'Ouest montrent toutefois que la réussite de ces élevages familiaux généralement de petite taille serait limitée par les crises climatiques, les épizooties récurrentes, la volatilité des prix des intrants d'élevage, la réduction des espaces pastoraux, face auxquelles les producteurs se trouveraient désemparés (Zoundi et al., 2003 ; Sow et al., 2004 ; Bebe et al., 2008). Dans l'ouest du Burkina Faso, plus de 80 % des producteurs ont des projets d'élevage familiaux (PEF) concernant des bovins de trait (BdT), des bovins à l'engraissement (BàE) ou des vaches laitières (VL) (Delma et al., 2016a). Ces PEF ne sont pas innovants, car cela fait longtemps que des producteurs de cette région (même s'ils ne sont pas très nombreux) pratiquent l'embouche bovine, l'alimentation de préparation des animaux de trait avant la campagne agricole et la production laitière. Cependant, plus de la moitié des PEF n'arrivent pas à se concrétiser. Pour les projets réalisés, d'importantes faiblesses ont été relevées concernant notamment l'alimentation du bétail (Delma et al., 2016a).

Aujourd'hui, la demande des polyculteurs éleveurs de l'ouest du Burkina Faso en conception et en accompagnement de leurs projets d'élevage n'est pas couverte dans de très nombreux cas. Pour réussir leurs PEF ils ont besoin d'appui dans le calibrage, l'ajustement et l'évaluation des résultats de ces projets. Pour répondre à cette demande, nous avons élaboré une démarche de conception et d'accompagnement des PEF, basée sur une interaction forte entre le producteur et le chercheur conseiller.

Cet article présente a) la démarche élaborée et testée au Burkina Faso, dénommée « conception et accompagnement des projets d'élevage familiaux en partenariat avec le producteur » (Capef), b) les résultats qu'elle a produits concernant la compréhension du fonctionnement des systèmes d'élevage, et c) les apprentissages qu'elle a induits chez les producteurs qui l'ont mise en œuvre. Les apports et les limites de la démarche seront discutés afin d'identifier les améliorations possibles et son contexte d'utilisation.

■ MATERIEL ET METHODES

L'étude a été réalisée dans trois villages de la province du Tuy située à l'ouest du Burkina Faso (Gombéléougou, Founzan et Koumbia). La région se caractérise par une prédominance d'exploitations familiales

de polyculture élevage (coton, maïs, bovins). Elle est soumise à un climat de type soudanien (1000 mm de pluie/an), et présente une forte densité de population (40 à 50 habitants/km²) (Vall et al., 2006). Dans cette zone de nombreuses exploitations ont recours à la traction animale, et l'on trouve de plus en plus d'ateliers de VL et de BàE chez les polyculteurs éleveurs, avec des possibilités d'écoulement des produits vers les villes de Houndé, de Bobo-Dioulasso, voire au-delà, qui ont justifié le choix de cette zone.

L'étude s'est appuyée sur 10 PEF portés par des polyculteurs éleveurs dont les caractéristiques principales des exploitations sont présentées dans le tableau I. Ces derniers ont accepté de s'engager dans la démarche Capef pour mûrir et mettre en œuvre trois types de projet :

- PEF bovins de trait (trois cas étudiés, BdT₁ à BdT₃), alimentation de préparation des bovins de janvier à mai pour la campagne agricole qui démarre en juin ;
- PEF bovins à l'engraissement (quatre cas étudiés, BàE₁ à BàE₄), embouche semi-intensive des bovins sur une durée de trois à quatre mois durant la saison sèche ;
- PEF vaches laitières (trois cas étudiés, VL₁ à VL₃), production de lait en saison sèche, période de prix élevé du lait.

Les trois PEF bovins de trait étaient portés par des exploitations assez modestes. Concernant les PEF vaches laitières, deux étaient portés par des exploitations disposant d'une bonne capacité financière (VL₁ et surtout VL₃). Mais pour VL₃ la production de lait était une activité totalement nouvelle. Enfin VL₂ était porté par une association de femmes peules qui développait en parallèle une minilaiterie. Sur les quatre PEF bovins à l'engraissement, trois concernaient des exploitations disposant d'une bonne capacité financière (BàE₁, BàE₂ et BàE₄) et le troisième impliquait une exploitation plus modeste (BàE₃).

La démarche Capef a été conçue de manière à améliorer le PEF de façon progressive et incrémentale avec une forte participation du producteur tout au long du processus (préparation, mise en place, évaluation du PEF). Durant la phase de conception du PEF, donc avant sa mise en place, il s'agissait de calibrer et de rechercher des options d'amélioration. Au cours de la phase de mise en place, la démarche visait plutôt l'ajustement du PEF.

La démarche Capef s'est déroulée en quatre étapes (figure 1), de février à mars 2013 pour l'étape de diagnostic des PEF initiaux,

Tableau I

Caractéristiques des exploitations dans trois villages de l'ouest du Burkina Faso

Type de PEF	BdT			BàE				VL		
	BdT1	BdT2	BdT3	BàE1	BàE2	BàE3	BàE4	VL1	VL2	VL3
Ethnie	B	B	B	M	B	P	P	P	P	B
Nb. actifs	8	5	3	12	18	7	5	5	11	18
Surface cultivée (ha)	11	10	11	10	56	1,3	7	7	1	56
Nb. UBT bovins	2	3	2	64	98	4	69	69	5	98
Nb. bovins de trait	2	6	2	4	8	4	4	4	0	8
Etat du PEF au stade initial	I	I	I	I	I	R	I	R	I	R
Capacité financière de l'exploitation	+	+	+	+++	+++	+	++	++	+	+++
Expérience du producteur concernant le PEF	Oui	Oui	Oui	Non						

PEF : projet d'élevage familial ; BdT : bovins de trait ; BàE : bovins à engraisser ; VL vaches laitières

B : Bwaba ; M : Mossi ; P : Peuhl

UBT : unité de bétail tropical ; 1 UBT = un bovin de 250 kg

R : PEF en réflexion ; I : PEF initié ; + : faible ; ++ : moyenne ; +++ : forte

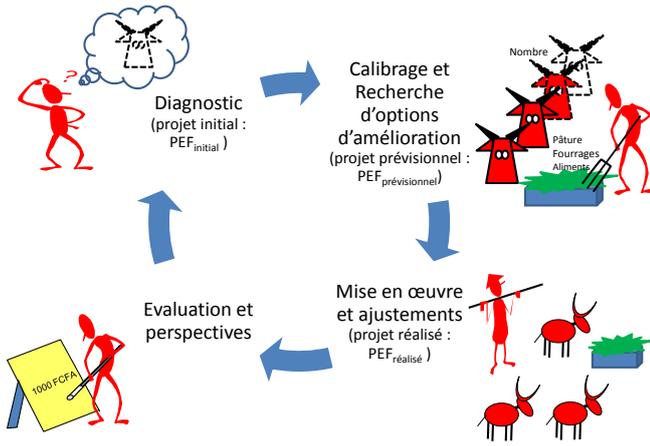


Figure 1 : les quatre principales étapes de la démarche de conception et d'accompagnement d'un projet d'élevage familial (Capef) en partenariat avec le producteur.

d'avril à décembre 2014 pour le calibrage et la recherche d'options d'amélioration des PEF, de janvier à juin 2014 pour la mise en œuvre des PEF et l'ajustement de l'alimentation, avec une étape d'évaluation en fin de processus.

Lors de la première étape (diagnostic), le chercheur a procédé à une analyse du projet initial ($PEF_{initial}$) en caractérisant l'objectif du producteur, le projet tel que présenté par le producteur (par exemple nombre d'animaux, stocks de fourrages et d'aliments, cultures fourragères), le niveau global de couverture des besoins alimentaires théoriques des animaux pendant la durée du projet, le bilan économique du PEF, afin de cerner les forces et les faiblesses du $PEF_{initial}$. La couverture des besoins alimentaires des animaux a été estimée à l'aide d'un calculateur (Altrop) élaboré pour les besoins de l'étude dont les principes sont présentés dans l'encadré 1. Elle a été calculée par le ratio ingéré/besoin, donc exprimée en pourcentage des besoins couverts pour les unités fourragères (UF) et pour les matières azotées digestibles (MAD). Un bilan économique simplifié (recettes - dépenses) et un calcul de la marge par animal ont été établis pour les PEF bovins à engraisser et vaches laitières à partir des prévisions de dépenses (entre autres achats d'animaux, valorisation des animaux prélevés dans le troupeau pour les bovins à engraisser, achats de fourrages et d'aliments, soins vétérinaires, dépenses d'équipement) et de recettes (ventes d'animaux, de lait et de produits transformés). Les

Encadré 1

ALTROP, UN OUTIL PERMETTANT D'ÉVALUER LA COUVERTURE DES BESOINS ALIMENTAIRES DES BOVINS

Un calculateur, dénommé Altrop (Delma et al., 2016b), a été élaboré avec Excel. Il permet d'ajuster l'offre alimentaire (composée de pâturages, de fourrages récoltés et d'aliments concentrés) proposée à un lot de bovins affectés à une production particulière (énergie agricole, production de viande ou de lait) aux besoins de ces derniers en énergie (UF), en matières azotées digestibles et en sels minéraux (Ca et P). Altrop a permis de gérer l'alimentation de lots de bovins en prenant en compte la logique des pratiques d'alimentation des éleveurs, tout en intégrant le système et les références zootechniques du *Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical* (Rivière, 1991).

PEF bovins de trait n'ont pas fait l'objet de cette évaluation car il est difficile d'évaluer une recette ou un gain financier pour ce type de projet.

Durant la seconde étape, le producteur en dialogue avec le chercheur ont recherché des options d'amélioration possibles pour mieux calibrer le projet et pour améliorer la couverture des besoins alimentaires théoriques des animaux. Quand le $PEF_{initial}$ avait révélé d'importants déséquilibres alimentaires, des modifications du PEF (durée de pâturage, quantités de fourrages et d'aliments distribuées, ajustement du nombre d'animaux) étaient d'abord discutées avec le producteur. Le calculateur Altrop (encadré 1) permettait de mesurer l'effet des modifications retenues sur la couverture des besoins des animaux et ce résultat était discuté avec le producteur qui validait le changement ou pas. Après plusieurs allers-retours, un projet prévisionnel ($PEF_{previsionnel}$) émergeait, dans lequel le nombre d'animaux, les ressources alimentaires mobilisées (notamment stocks d'aliments et de fourrages, introduction de cultures fourragères), la composition des rations et les durées de pâturage avaient évolué. Les incidences des changements étaient enfin prises en compte dans le bilan économique et le calcul de la marge au stade $PEF_{previsionnel}$.

Au cours de la troisième étape, le producteur a mis en œuvre le projet et le chercheur a effectué un suivi du PEF, avec des relevés bimensuels sur les pratiques d'alimentation (temps de pâturage, quantité de fourrages et d'aliments distribués et refusés, évolution du poids et du niveau de production des animaux, entre autres). Le producteur a reçu régulièrement les informations du suivi concernant notamment la couverture des besoins des animaux. Lorsque des déséquilibres importants étaient observés dans les sorties d'Altrop, des ajustements étaient proposés et discutés avec le producteur. Ce suivi a parfois conduit le producteur à ajuster l'alimentation des animaux. Les ajustements étaient aussi pris en compte dans le bilan économique du projet. Au terme du suivi, nous sommes parvenus au projet réalisé ($PEF_{realise}$).

La quatrième et dernière étape a été consacrée au bilan de la Capef pour savoir si les objectifs du producteur avaient été atteints (si non, pourquoi ? et dans ce cas qu'aurait-il fallu faire pour les atteindre ?) et pour discuter avec lui des perspectives qu'il entrevoyait pour l'avenir du projet d'élevage.

Enfin nous avons cherché à savoir si la Capef avait produit des effets sur la capacité des producteurs à gérer un projet d'élevage, ce qui nous a conduits à nous intéresser aux apprentissages induits par la démarche et à évaluer leur profondeur (première ou deuxième boucle ; Argyris et Schön, 2001). Pour les repérer et les évaluer nous avons conduit des entretiens semi-directifs chez les dix producteurs qui ont énuméré et décrit les leçons qu'ils avaient tirées de la démarche. Ces entretiens ont permis de renseigner 65 indicateurs auxquels ont été attribués la valeur 1 lorsque le producteur considérait qu'il s'agissait d'un acquis et 0 dans le cas contraire. Ces indicateurs ont été regroupés en 10 domaines d'apprentissage sur une échelle de 0 à 100 % (moyenne des valeurs des indicateurs rattachés à chaque domaine). L'analyse a permis de comparer les valeurs d'apprentissage selon le stade de réalisation du PEF (6 $PEF_{realises}$, 4 $PEF_{stoppees}$ au stade $PEF_{previsionnel}$).

■ RESULTATS

Etape 1 : diagnostic initial des PEF

PEF initiaux bovins de trait

Dans les $PEF_{initiaux}$ bovins de trait (figure 2), l'objectif des producteurs était d'avoir des bovins en bon état corporel pour la campagne agricole qui chaque année débute fin mai. Durant la période d'alimentation de préparation (de janvier à mai), les

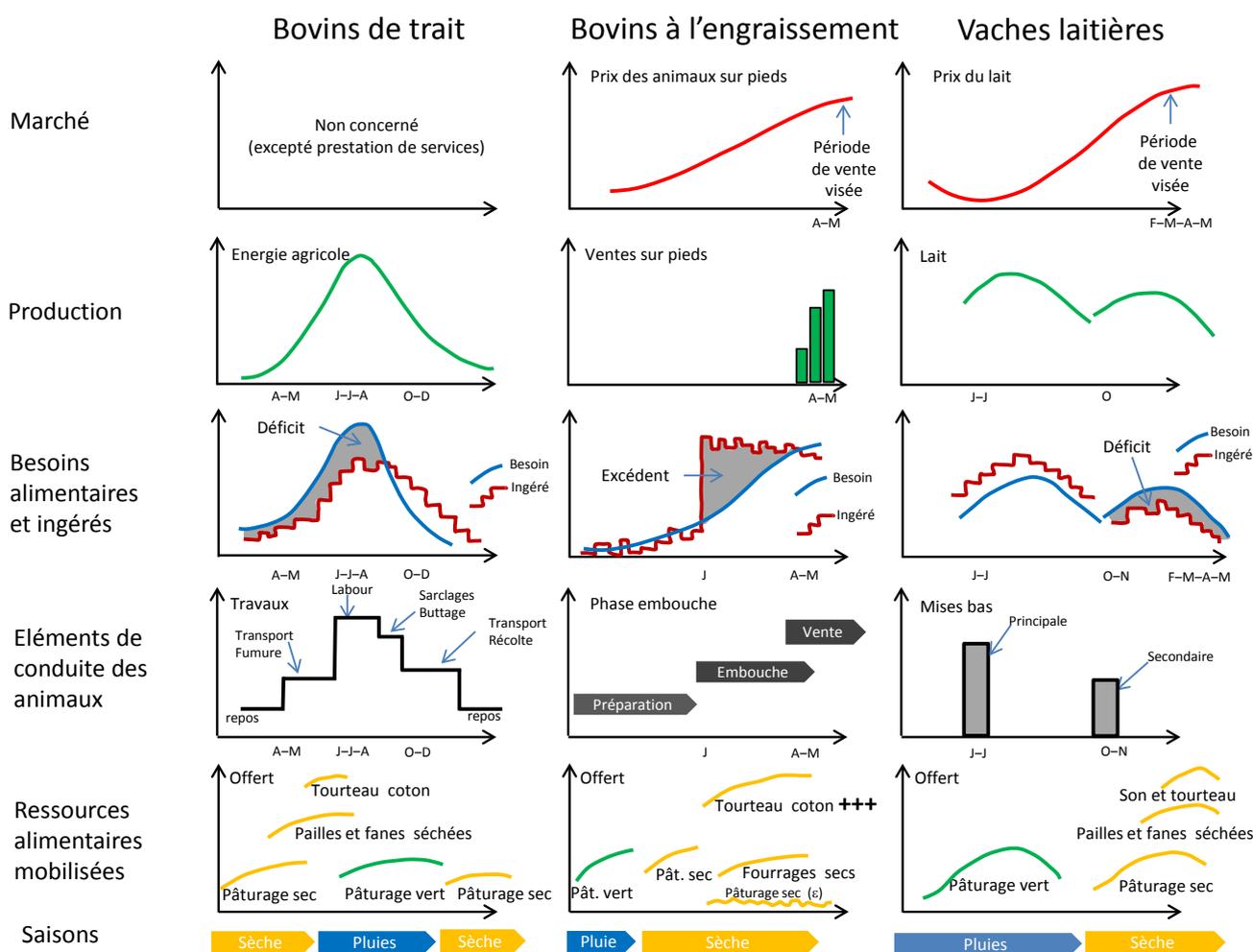


Figure 2 : schématisation des projets d'élevage familiaux. Cette schématisation des trois systèmes d'élevage étudiés dans l'ouest du Burkina Faso a été élaborée à la fin du diagnostic initial à partir des observations et des enquêtes faites sur le terrain, raison pour laquelle les données ne sont pas quantifiées.

bovins étaient d'abord au repos (janvier à mars), les travaux légers reprenaient avec les transports de fumure en avril et les travaux lourds de labour commençaient fin mai. La distribution de fourrages de compléments et d'aliments était prévue à partir de mars ou avril, voire plus tard dans certains cas. Les stocks de fourrage et d'aliments étant faibles à cette période, leur distribution était parcimonieuse.

C'est pourquoi dans la majorité des PEF_{initiaux} bovins de trait, les besoins alimentaires des animaux n'étaient pas couverts durant la phase alimentaire de préparation. Sur les trois PEF_{initiaux} bovins de trait, deux d'entre eux (BdT₁ et BdT₃) présentaient un important déficit alimentaire durant cette phase, un seul était en léger déficit (BdT₂) (tableau II). Le diagnostic a permis de mieux calibrer les projets et d'envisager des options d'amélioration des PEF bovins de trait en vue d'augmenter et de mieux répartir la distribution de fourrage et d'aliments durant la phase de préparation alimentaire.

PEF_{initiaux} bovins à l'engraissement

Dans les PEF_{initiaux} BâE (figure 2), l'objectif des producteurs était de vendre des bovins engraisés en fin de saison sèche (avril-mai) lorsque le prix du bétail est généralement au plus haut. Ils cherchaient à réaliser une plus-value importante en pratiquant une embouche semi-intensive d'animaux maigres généralement adultes prélevés dans le troupeau ou achetés au marché. Une période de préparation d'un à trois mois, durant laquelle l'éleveur constituait le lot d'animaux

à engraisser et administrait des soins sanitaires renforcés aux animaux maigres, précédait la phase d'engraissement qui démarrait généralement en janvier. L'engraissement était prévu sur une période d'environ trois mois, de janvier à mars, durant laquelle les bovins devaient être en stabulation permanente. Durant cette période, les producteurs prévoient des distributions quotidiennes de très fortes doses de tourteau de coton et un faible recours au fourrage stocké.

Ce recours massif au tourteau expliquait pourquoi tous les PEF_{initiaux} bovins à engraisser présentaient d'importants déséquilibres avec un excès de matières azotées dans les rations par rapport aux besoins théoriques des animaux (tableau II). Cette propension à suralimenter les animaux avec ce concentré disponible localement s'explique encore peu répandue dans cette partie du Burkina Faso. L'analyse des PEF_{initiaux} bovins à engraisser a aussi mis en lumière des objectifs économiques peu réalistes dans trois projets (BâE₂, BâE₃ et BâE₄) (tableau II), présentant des marges prévisionnelles par bovin très élevées, que l'on pouvait aussi expliquer par le manque d'expérience. Le diagnostic a permis de préciser l'objectif de l'étape suivante dans le cas des PEF bovins à l'engraissement : diminuer l'apport de tourteau, renforcer la part des fourrages de qualité dans les rations et réviser les objectifs économiques avec les producteurs peu expérimentés.

Tableau II

Evolution des projets d'élevage familiaux dans trois villages de l'ouest du Burkina Faso selon les stades de préparation (initial, prévisionnel) et de réalisation (réalisé)

Type de PEF	Stade	BdT			BàE				VL		
		BdT1	BdT2	BdT3	BàE1	BàE2	BàE3	BàE4	VL1	VL2	VL3
Nb. d'animaux	I	2	2	2	8	6	4	8	5	5	5
	P	2	2	2	8	6	4	8	5	5	5
	R	2	3	x	3	5	x	x	8	3	12 à 7
Stock fourrage/ UBT (kg)	I	374	795	709	544	268	735	716	290	342	101
	P	1599	801	709	682	1619	1135	856	199	605	252
	R	720	498	x	316	54	x	x	867	139	194
Stock aliment/ UBT (kg)	I	25	50	50	194	200	125	75	110	90	600
	P	150	125	75	156	158	50	100	60	70	180
	R	205	133	x	216	230	x	x	657	243	73
Surface culture fourragère (ha)	I	0	0	0,5	1	0,5	0	0,75	0,75	0,25	0,5
	P	0,75	1	0,5	1	1	1	1	1	0,5	1
	R	0,75	0,75	x	0,5	1	x	x	1	0,5	1
Couverture besoin UF/UBT (%)	I	68	83	73	100	74	82	77	81	77	113
	P	156	119	122	111	190	102	111	71	87	81
	R	115	110	x	76	88	x	x	124	111	97
Couverture besoin MAD/UBT (%)	I	70	98	79	357	308	187	165	84	56	121
	P	216	233	225	259	298	194	245	51	70	63
	R	151	137	x	239	125	x	x	126	95	70
Marge/UBT (kFCFA)	I	-	-	x	9	246	163	130	51	5	2
	P	-	-	x	20	253	163	127	51	5	34
	R	-	-	x	45	79	x	x	21	100	-9
Production de lait (L/vache/jour)	I	x	x	x	x	x	x	x	1,25	1,0	1,0
	P	x	x	x	x	x	x	x	1,25	1,0	1,0
	R	x	x	x	x	x	x	x	1,3	0,60	0,60

PEF : projet d'élevage familial ; BdT : bovins de trait ; BàE : bovins à engraisser ; VL : vaches laitières ;

I : initial ; P : prévisionnel ; R : réalisé ; - : non concerné, x : projet non réalisé

UBT (unité de bétail tropical) = bovin de 250 kg ; UF : unité fourragère ; MAD : matières azotées digestibles ; 1 € = 655 957 FCFA

PEF initiaux vaches laitières

Dans les PEF initiaux vaches laitières (figure 2), l'objectif des producteurs était de vendre du lait durant la deuxième moitié de la saison sèche lorsque le prix de vente du lait est généralement attractif. Mais comme la majorité des mises bas avaient lieu en juin-juillet de l'année précédente et secondairement en octobre-novembre, la production de fin de saison sèche reposait sur une majorité de vaches arrivant en fin de lactation. De plus les stocks de fourrage et d'aliments concentrés destinés à couvrir les besoins des vaches durant la saison sèche étaient souvent trop faibles.

Sur les trois PEF initiaux vaches laitières, deux d'entre eux (VL₁ et surtout VL₂) ont présenté un important déficit de couverture des besoins des vaches en saison sèche dû à une insuffisance des rations de fourrage (VL₁ et VL₂) et à une insuffisance des doses d'aliments concentrés (VL₂) (tableau II). Le troisième a présenté au contraire un excédent de matières azotées dû à des rations de tourteau de coton trop importantes comme dans le cas de l'embouche (VL₃). Sur le plan économique, le PEF porté par la coopérative féminine (VL₁) a

présenté une marge par vache nettement plus importante par rapport aux deux autres parce qu'il prévoyait la transformation du lait brut en yaourt, ce qui n'était pas le cas des deux autres projets (VL₂ et VL₃) où les producteurs se limitaient à la vente de lait brut. Le diagnostic a permis de préciser l'objectif de l'étape suivante dans le cas des PEF vaches laitières : augmenter les quantités de fourrage et d'aliments concentrés dans les projets VL₁ et VL₂, et réduire les doses de tourteau et ajuster les rations avec des fourrages dans le projet VL₃.

Etape 2 : calibrage et recherche d'options d'amélioration des PEF

A partir des faiblesses des PEF initiaux observées lors de l'étape précédente, les discussions entre le producteur et le chercheur ont conduit à modifier progressivement les plans de rationnement des animaux et parfois le nombre d'animaux concernés en vue d'améliorer la couverture des besoins alimentaires des animaux (réduction des déficits ou des excédents selon les cas). Ces ajustements ont eu des répercussions sur les bilans de trésorerie. Au terme de cette étape, les changements

validés par le producteur ont été intégrés dans le PEF_{initial} pour aboutir au PEF_{prévisionnel} (projet prévisionnel que l'agriculteur comptait mettre en place).

Une option fréquemment discutée avec les producteurs a été le recours aux cultures fourragères en complément (PEF bovins de trait et vaches laitières) ou en substitution (PEF bovins à engraisser) des aliments achetés. Compte tenu de la disponibilité locale des semences, trois options ont été proposées : le niébé fourrager (*Vigna unguiculata*), le mucuna (*Mucuna deeringiana*), le sorgho Grinkan (sorgho hybride). En fonction de la disponibilité en terre et des besoins des PEF, les producteurs ont planifié dans les PEF_{prévisionnels} l'installation de surfaces fourragères, plus importantes que dans les PEF_{initiaux}, entre 0,25 et 2 hectares selon les cas (tableau II), avec une préférence pour le niébé fourrager en raison de son caractère multi-usage (production de graines alimentaires et de fourrage).

PEF_{prévisionnels} bovins de trait

Dans les PEF bovins de trait, l'intégration de cultures fourragères et d'aliments pour le bétail artisanaux (drèche de dolo et son de céréale disponible au sein de l'exploitation) ont permis d'améliorer les stocks de fourrage et d'aliments, et donc de la couverture des besoins (tableau II) et de réduire les coûts⁴.

PEF_{prévisionnels} bovins à l'engraissement

Dans les PEF bovins à engraisser, les ajustements des rations alimentaires discutés avec les producteurs (réduction des doses de tourteau compensée par du fourrage) ont permis de réduire un peu les excès de matières azotées et de rééquilibrer les apports en énergie sans toutefois parvenir à l'équilibre, parce que les stocks prévisionnels de fourrage envisagés par les producteurs n'étaient pas suffisants pour effectuer un bon rééquilibrage (tableau II). Toutefois, ces ajustements ont permis d'améliorer le bilan économique au moins dans un cas (BàE₁) et ne l'ont pas affecté dans les autres cas.

PEF_{prévisionnels} vaches laitières

Dans les PEF vaches laitières les ajustements des rations alimentaires discutés avec les producteurs (tableau II) ont permis de réduire un peu le déficit alimentaire dans un seul cas (VL₂), grâce à la production de fourrage et à l'accroissement des stocks de résidus agricoles. Dans les deux autres cas les réductions de recours aux aliments ont été insuffisamment compensées par du fourrage de qualité, ce qui explique un creusement du déficit dans les PEF_{prévisionnels} de VL₁ et VL₃. Chez ce dernier, la réduction drastique du recours au tourteau a expliqué l'amélioration de la marge. Le creusement du déficit au stade prévisionnel chez VL₁ et VL₃ traduit des moments d'incompréhension entre le conseiller et le producteur sur la façon de planifier l'alimentation et montre la difficulté du conseil.

Étapes 3 et 4 : mise en œuvre des projets et ajustements effectués et bilan

Mise en œuvre effective des projets

Après examen du projet initial et définition des mesures d'ajustement, sept producteurs ont choisi de mettre en œuvre leur PEF, et trois ont préféré abandonner ou ont reporté la mise en œuvre à une date ultérieure. Les principales raisons évoquées par les producteurs pour justifier l'abandon ou le report étaient : a) des difficultés pour réunir les moyens financiers pour l'achat des animaux pour l'embouche et b)

une production fourragère insuffisante pour couvrir les besoins des animaux. On peut toutefois ajouter que l'examen des projets a aussi permis de mettre en évidence dans ces cas, d'une part, un manque de réalisme dans l'élaboration des projets avec des coûts sous-évalués et des profits escomptés surestimés et, d'autre part, une stratégie de commercialisation mal établie.

Ajustements des PEF et bilan

■ Ajustements des PEF bovins de trait

Dans les PEF bovins de trait réalisés, l'offre en aliments a été augmentée, les surfaces de cultures fourragères prévues à peu près réalisées et dans un cas au moins (BdT₁) le stock de fourrage a été augmenté. Ces ajustements ont permis de parvenir à une couverture des besoins en UF et en MAD.

■ Ajustements des PEF bovins à l'engraissement

Dans les PEF bovins à engraisser réalisés, le recours aux aliments que l'on avait essayé de limiter lors de l'étape précédente a été finalement plus important que ce qui avait été prévu initialement. Les surfaces de cultures fourragères prévues ont été à peu près mises en place mais le recours aux fourrages a été moins important que prévu (parce que la production a été plus faible que prévue, la production de fourrage ayant été affectée sur des parcelles secondaires et le suivi de la culture ayant été négligé). Les producteurs ont préféré revenir aux pratiques d'alimentation habituelles à base de tourteau dans ce type de projet. Ainsi, les marges ont été moyennes, autour de 50 000 FCFA par tête, mais elles auraient pu être améliorées si le recours aux aliments concentrés achetés avait été réduit.

■ Ajustements des PEF vaches laitières

Dans les trois PEF vaches laitières réalisés, tous ont respecté les surfaces fourragères prévues, mais pour les aliments et le fourrage chaque producteur a procédé à des ajustements particuliers. VL₁ s'est caractérisé par une augmentation forte du recours au fourrage et aux aliments, ce qui a abouti à une couverture des besoins alimentaires avec une marge de sécurité suffisante et à une marge par tête moyenne. VL₂ s'est caractérisé, d'une part, par une réduction du recours au fourrage, une augmentation du recours aux aliments concentrés, ce qui a abouti à une meilleure couverture des besoins alimentaires par rapport au stade prévisionnel (avec une marge suffisante pour les UF), et, d'autre part, par une valorisation du lait brut en lait pasteurisé et en yaourts à la minilaiterie et sur le plan économique à une marge par vache élevée. VL₃ ne s'est pas réalisé comme prévu (c'est-à-dire cinq vaches en lactation durant six mois). A la dernière minute, l'éleveur a décidé d'intégrer 12 vaches venant de mettre bas et, en conséquence, au bout de trois mois, après avoir réduit l'effectif à sept, les stocks d'aliment et de fourrage ont été épuisés, entraînant l'arrêt du projet. De plus l'éleveur a eu des problèmes de détournement de lait avec le berger, ce qui a expliqué les faibles quantités de lait vendues et le bilan économique négatif du projet.

Évaluation des apprentissages

La figure 3 montre que les apprentissages ont été plus importants chez les producteurs qui ont mené leur projet au bout (PEF_{réalisés}), notamment dans les domaines « connaissance des besoins des animaux » et « pratiques de cultures fourragères ». On a pu remarquer que dans les domaines de « l'amélioration des infrastructures d'élevage » et de la « gestion commerciale » les apprentissages ont été faibles sur l'ensemble de la population, ce qui n'est pas surprenant dans la mesure où dans cette phase expérimentale de la Capef le focus avait été davantage axé sur la maîtrise de l'alimentation.

⁴ Tarifs de quelques aliments et coût de production des fourrages (nos estimations) : tourteau de coton (120 F/kg), son de maïs (60 F/kg), farine basse de riz (20 F/kg), drèche de dolo (65 F/kg), coût de production fanes de niébé et de mucuna (60 F/kg).

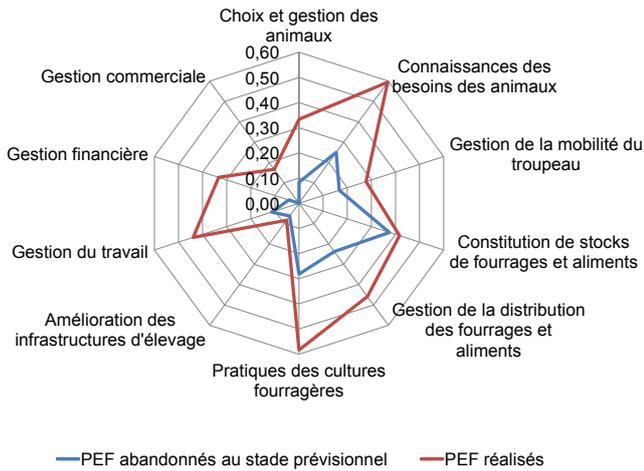


Figure 3 : radar des apprentissages selon le stade de réalisation du projet d'élevage familial dans les trois systèmes d'élevage étudiés dans l'ouest du Burkina Faso (PEF).

DISCUSSION

Capef : démarche d'accompagnement ou de conception ?

Comment se positionne la Capef par rapport aux démarches d'accompagnement et de conception de systèmes d'élevage innovants ? La conception innovante nous a semblé être adaptée à notre problématique parce qu'elle vise à satisfaire des attentes nouvelles, pas nécessairement spécifiées au départ, et dont le chemin pour atteindre les objectifs visés n'est pas connu *a priori* et se précise à mesure que l'objet conçu prend forme (Le Masson et al., 2006 ; Meynard et Dourmad, 2014). En se référant à cette définition, la Capef n'est pas une démarche de conception de systèmes agricoles innovants proprement dite, car les PEF ne sont pas radicalement nouveaux et reposent sur des technologies connues par la plupart des producteurs de la zone d'étude. Néanmoins la Capef intègre bien une dimension de conception, pour le calibrage et l'amélioration du PEF au fur et à mesure des échanges avec le producteur. Elle s'inscrit donc dans l'esprit de la conception « pas à pas » de systèmes agricoles dans laquelle on cherche surtout à organiser le changement en s'appuyant sur des boucles d'apprentissages, où le producteur met au point son nouveau système progressivement, en même temps qu'il apprend à le piloter et réorganise son travail et ses moyens de production (Dedieu et al., 2011 ; Le Gal et al., 2011 ; Meynard et al., 2012 ; Meynard et Dourmad, 2014).

Aujourd'hui, dans le monde du développement rural, le terme « accompagnement » englobe une nébuleuse de pratiques visant le renforcement des capacités des individus et des organisations par l'apprentissage et l'acquisition de connaissances actionnables. La posture d'accompagnement correspond donc à un élargissement des fonctions du système de conseil aux producteurs (Faure et al., 2014). La Capef correspond aussi à une démarche d'accompagnement du producteur, dans la mesure où elle est basée sur un dialogue et un échange permanent entre le producteur et le conseiller tout au long du processus de préparation, de mise en œuvre et d'évaluation du PEF.

La Capef a été testée dans une optique d'accompagnement et de conseil individuel et n'a pas eu recours à des clubs de producteurs expérimentateurs comme dans le cas de la recherche action en partenariat (Vall et Chia, 2015). Il pourrait être intéressant d'introduire de tels clubs dans la Capef, la réflexion entre pairs étant une voie efficace pour apprendre et résoudre les problèmes auxquels on se confronte, d'autant plus que la Capef et la recherche action en partenariat sont proches dans leurs principes et dans leur appréhension de la construction du changement.

Points forts de la Capef

La Capef étant basée sur un dialogue permanent entre le producteur, porteur du PEF, et un conseiller en élevage, et sur des cycles de gestion « planification-action-bilan », permet à tout moment de prendre du recul sur le PEF, de déceler ses faiblesses, de réfléchir aux solutions possibles pour l'améliorer et de l'ajuster au fur et à mesure, et ainsi de parvenir à un projet plus réaliste sur le plan technique et économique qui est un objectif généralement recherché dans les démarches de conseil et d'accompagnement de l'élevage (Awono Bessa et al., 2003 ; Vall et al., 2007 ; Faure et al., 2014).

La Capef dépasse la simple aide à l'adoption de nouvelles techniques de production ou la simple vulgarisation, puisqu'elle développe les capacités des producteurs à construire des réponses aux problèmes, à travers la production de connaissances actionnables (Avenier et Schmitt, 2007) et de savoir-faire issus de boucles d'apprentissages (Kolb, 1984 ; Argyris et Schön, 2001). Les résultats montrent que la prise de distance sur les PEF permise par la Capef a eu des effets sur les pratiques des producteurs (choix des animaux, cultures fourragères, conduite de l'alimentation, comptabilisation des recettes et des dépenses) et sur leur stratégie (prévision des quantités de fourrages et d'aliments, calibrage du projet en fonction des ressources disponibles et des recettes escomptées, établissement d'un plan de trésorerie prévisionnel), témoignant d'apprentissages de première boucle. Mais la période d'accompagnement a sans doute été trop courte (6–12 mois) pour développer des apprentissages plus profonds (de deuxième boucle) chez les producteurs. Des itérations supplémentaires des PEF auraient été nécessaires pour que les producteurs fassent évoluer en profondeur leur système de valeurs en matière de rationnement des troupeaux (intégration des systèmes d'alimentation proposés par la zootechnie). Enfin, on peut aussi s'interroger sur la réalité de certains apprentissages révélés par l'enquête finale, au vu des ajustements réellement effectués et des résultats économiques médiocres obtenus par certains producteurs, ce qui nous conduit à aborder les faiblesses et les limites de la Capef.

Points faibles de la Capef

D'abord les résultats montrent que les calibrages et les ajustements des PEF n'ont pas toujours abouti aux résultats escomptés en termes de couverture des besoins des animaux (couverture avec une légère marge de sécurité), malgré la tendance à la convergence vers l'objectif de « 100 % des besoins couverts » dans les PEF réalisés.

En matière d'alimentation, les producteurs font des choix qui prennent en compte d'autres critères que l'ajustement « parfait » des rations sur le plan de la nutrition animale, comme par exemple la disponibilité de la ressource sur l'exploitation ou sur le marché, la facilité d'utilisation, la disponibilité en terre pour des cultures fourragères. Ces autres critères doivent donc être recherchés et explicités lors de l'étape de calibrage du PEF, et si possible avant (durant le diagnostic).

Dans Altrop, le recours aux systèmes des UF et MAD a été privilégié pour l'instant, parce que c'est le système le plus utilisé localement par les zootechniciens et les conseillers en élevage, et le plus référencé dans les manuels de zootechnie à leur disposition. Mais à l'avenir il pourrait bien être remplacé par le système des unités fourragères lait (UFL), des unités fourragères viande (UFV) et des protéines digestibles dans l'intestin grêle (PDI), qui tend à devenir le nouveau système de référence (Jarrige, 1989).

Les aspects environnementaux ne sont pour l'instant pas pris en compte par la Capef, qu'il s'agisse des contributions positives des PEF à l'entretien de la fertilité des terres à travers la production de fumure organique (Vall et al., 2006), ou bien négatives comme les émissions de méthane (Herrero et al., 2008). Vu la montée des questions environnementales, il serait important d'intégrer ce volet dans

la Capef, surtout si les PEF évoluent vers des projets de plus grandes dimensions, ce qui sera certainement le cas.

La Capef telle qu'elle a été expérimentée nécessite des visites d'exploitations très régulières, surtout au moment de la mise en œuvre des projets où une visite toutes les deux semaines était effectuée. Une fréquence aussi élevée était justifiée tant qu'il s'agissait d'un travail de recherche, mais dans une optique d'appui-conseil elle serait trop coûteuse et irréalisable. Il faudrait donc revoir le planning d'intervention du conseiller, ce qui nous conduit à la dernière partie de la discussion.

Vers une application de la Capef ?

Dans l'étude présentée, le chercheur s'est substitué au conseiller, ce qui pose plusieurs questions si l'on se place dans une perspective d'utilisation de la démarche en conseil à l'élevage : en quoi la Capef est-elle mobilisable par des conseillers ? Ces conseillers existent-ils ? De quelles compétences ont-ils besoin ? Rappelons au préalable que le bilan des actions de conseil à l'élevage en Afrique subsaharienne, qui à ce jour demeurent des opérations pilotes, a montré qu'un accompagnement des producteurs dans la phase de conception et d'exécution d'activités innovantes ou de projets serait une garantie de leur réussite (Awono Bessa et al., 2003 ; McCown, 2003 ; Vall et al., 2007 ; Faure et al., 2014).

Dans la zone de l'étude et d'une manière générale en Afrique de l'Ouest (Club du Sahel, 2008), l'appui à l'élevage est réalisé par des techniciens du ministère de l'élevage, qui interviennent principalement sur les aspects sanitaires et zootechniques, de façon prescriptive. Ces agents ne disposent pas de méthodes et d'outils pour accompagner les producteurs dans la préparation, la mise en œuvre et l'évaluation des projets de production et d'investissement, ou encore dans la gestion courante du troupeau et des différents ateliers. Donc la démarche Capef et les outils qu'elle utilise (Altrop) pourraient être mobilisés par ces agents de terrain, moyennant les adaptations discutées plus haut. Ils ont les connaissances techniques de base nécessaires, et aussi pratiques, étant eux-mêmes souvent éleveurs. Les compétences à renforcer à leur niveau concerneraient principalement la posture à adapter (compréhensive et didactique plutôt que prescriptive) et l'utilisation de l'outil informatique.

■ CONCLUSION

La démarche Capef vise à aider le producteur à réussir un projet d'élevage familial en l'ajustant progressivement, en même temps qu'il apprend à le piloter, se convainc de son intérêt, et réorganise progressivement le système d'alimentation du troupeau, le travail et la mobilisation des moyens de production. L'interaction permanente entre le producteur et le conseiller stimule la réflexion critique sur le projet d'élevage familial durant les étapes de diagnostic et de recherche d'options d'amélioration, ce qui permet de mieux ajuster l'offre alimentaire aux besoins et d'améliorer au final le bilan économique du projet. Vu les perspectives de développement de l'élevage en Afrique de l'Ouest et les difficultés des producteurs à mettre en œuvre leur projet individuel d'élevage, il est important de poursuivre le développement de ce type de démarche d'accompagnement des producteurs.

Remerciements

Cette étude a reçu le soutien financier du projet Options d'intensification durable (AusAid, Coraf) et une subvention de doctorat Aird/Cirad. Les auteurs remercient les producteurs de Founzan, Gombédougou et Koumbia qui leur ont permis de travailler avec eux tout au long de l'étude.

REFERENCES

- Argyris C., Schön D., 2001. Apprentissage organisationnel. Théorie, méthode, pratique. De Boeck Supérieur « Management », Bruxelles, Belgique, 380 p.
- Avenier M.J., Schmitt C., 2007. La construction de savoirs pour l'action. L'Harmattan, Paris, France, 245 p. (Coll. Action et savoir, sér. Rencontres)
- Awono Bessa C., Havard M., Assana M., 2003. Le conseil à l'élevage : une démarche pour accompagner l'intégration de l'élevage à l'agriculture dans les exploitations agricoles du Nord-Cameroun ? In : Savanes africaines : des espaces en mutation, des acteurs face à de nouveaux défis (éds Jamin J.Y., SeinyBoukar L., Floret C.), mai 2002, Garoua, Cameroun. Prasac, N'Djamena, Tchad / Cirad, Montpellier, France
- Bebe B.O., Udo H.M.J., Thorpe W., 2008. Characteristics of feeding and breeding practices for intensification of smallholder dairy systems in the Kenya highlands. *Livest. Res. Rural Dev.*, **20** (2)
- Bélières J.-F., Bonnal P., Bosc P.-M., Losch B., Marzin J., Sourisseau J.-M., 2014. Les agricultures familiales du monde. Définitions, contributions et politiques publiques. Cirad, Montpellier, France, 306 p. (Coll. A savoir)
- Club du Sahel, 2008. Elevage et marché régional au Sahel et en Afrique de l'Ouest. Potentialités et défis. CSAO-OCDE, CDAO, Paris, France, 182 p.
- Coulon J.B., Lecomte P., Boval M., Perez J.M., 2011. Numéro spécial, Elevage en régions chaudes. *Prod. Anim.*, **24** (1) : 1-160
- Dedieu B., Aubin J., Duteurtre G., Alexandre G., Vayssières J., Bommel P., Faye B., 2011. Conception et évaluation de systèmes d'élevage durables en régions chaudes. *Prod. Anim.*, **24** (1) : 113-128
- Delgado C.L., 2003. Rising consumption of meat and milk in developing countries has created a new food revolution. *J. Nutr.*, **133**: 3907S-3910S
- Delma B.J., Bougouma-Yaméogo V., Nacro H.B., Vall E., 2016a. Fragilité des projets d'élevage familiaux dans les exploitations de polyculture-élevage au Burkina Faso. *Cah. Agric.*, **25** (3), 35005, doi : dx.doi.org/10.1051/cagri/2016019
- Delma B.J., Bougouma-Yameogo V., Nacro H.B., Vall E., 2016b. Altrop, un calculateur des rations des bovins pour l'accompagnement des projets d'élevage familiaux. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **10** (3) : 966-982.
- FAO, 2009. La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture. Le point sur l'élevage. FAO, Rome, Italie, 202 p.
- Faure G., Havard M., Toillier A., Djamen Nana P., Moumouni I., 2014. Innovation dans les services de conseil aux exploitations agricoles familiales. In : Agriculture familiales, et mondes à venir (éd. Sourisseau J.M.). Quae, Paris, France, 257-267
- Faye B., 2001. Role of animal husbandry to alleviate poverty [in French]. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays trop.*, **54** (3-4): 231-238
- Herrero M., Thornton P.K., Kruska R., Reidr S., 2008. Systems dynamics and the spatial distribution of methane emissions from African domestic ruminants to 2030. *Agric. Ecosyst. Environ.*, **126**: 122-137
- Jarrige R., 1989. Ruminant nutrition. Recommended allowances and feed tables. John Libbey, Paris, France, 389 p.
- Kolb D.A., 1984. Experiential learning: Experience as the source of learning and development. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, USA, 22 p.
- Le Gal P.Y., Dugue P., Faure G., Novaks., 2011. How does research address the design of innovative agricultural production systems at the farm level? A review. *Agric. Syst.*, **104** (9): 714-728, doi:10.1016/j.agsy.2011.07.007
- Le Masson P., Weil B., Hatchuel A., 2006. Les processus d'innovation: conception innovante et croissance des entreprises. Hermès Lavoisier, Paris, France
- Lhoste P., Havard M., Vall E., 2010. La traction animale. Quae, CTA, PAG, Paris, France, 224 p.

- McCown R.L., 2003. Changing systems for supporting farmers' decisions: problems, paradigms, and prospects. *Agric. Syst.*, **74**: 179-220
- Meynard J.M., Dedieu B., Bos A.P., 2012. Re-design and co-design of farming systems. In: An overview of methods and practices - farming systems research into the 21st century: The new dynamic (Eds. Darnhofer I., Gibon D., Dedieu B.). Springer, Dordrecht, Netherlands, 407-432
- Meynard J.M., Dourmad J.Y., 2014. L'innovation en élevage : de nouvelles démarches pour de nouveaux enjeux. *Prod. Anim.*, **27** : 77-88
- Rivière R., 1991. Manuel de l'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical. IEMVT, Paris, France, 529 p. (Coll. Manuels et précis d'élevage)
- Robinson T.P., Thornton P.K., Franceschini G., Kruska R.L., Chiozza F., Notenbaert A., Cecchi G., Herrero M., Epprecht M., Fritz S., You L., Conchedda G., See L., 2011. Global livestock production systems. FAO, Rome, Italy, 152 p.
- Sow F.D., Aminata B., Maloney M., 2004. L'embouche paysanne, un exemple d'adaptation de l'élevage traditionnel à la nouvelle situation agricole dans le bassin arachidier du Sénégal. *Cah. Agric.*, **13** : 211-219
- Vall E., Chia E., 2015. Co-constructing innovation: action research in partnership. In: Family farming and the Worlds to come (éd. Sourisseau J.M.). Springer, Dordrecht, Netherlands, p. 237-253
- Vall E., Djamen P., Havard M., Roesch M., 2007. Investir dans la traction animale : le conseil à l'équipement. *Cah. Agric.*, **16** : 93-100, doi : 10.1684/agr.2007.0080
- Vall E., Dugué P., Blanchard M., 2006. Le tissage des relations agriculture-élevage au fil du coton. *Cah. Agric.*, **15** : 72-79
- Zoundi J.S., Sawadogo L., Nianogo A.J., 2003. Pratiques et stratégies paysannes en matière de complémentation des ruminants au sein des systèmes d'exploitation mixte agriculture-élevage du plateau central et du Nord du Burkina Faso. *Tropicicultura.*, **21** : 122-128

Summary

Delma B.J., Nacro H.B., Bougouma-Yameogo V., Vall E. Participatory innovation design, and support of family livestock projects in Burkina Faso: explore, experiment, evaluate

In mixed farming systems in Western Burkina Faso, a large majority of farmers have a family livestock project (FLP) in mind. However, more than half of these projects do not even get started. Among those implemented, major flaws have been observed in livestock feed management, jeopardizing their profitability. This article presents an approach to design and support family livestock projects (DSFLP) conducted in partnership between the farmers and a consultant. This approach helps to assist farmers in preparing, implementing and assessing their projects. It was developed with 10 farmers whose projects concerned draft, fattening, or dairy cattle production. DSFLP involves four steps: i) diagnosis, ii) measurement and research on improvement options, iii) implementation and adjustment, and iv) assessment. In this approach, the farmers had gradually developed FLP, while learning to manage it, by reorganizing their work and means of production. DSFLP has enhanced their learning on i) the control of feeding practices and ii) developing livestock project strategies, to promote success. For the researcher, it helped to understand the rationality of farmers by participating in the construction and implementation of their projects.

Keywords: cattle, project design, family farm, animal feeding, participatory approach, Burkina Faso

Resumen

Delma B.J., Nacro H.B., Bougouma-Yameogo V., Vall E. Concepción participativa de innovaciones y acompañamiento de proyectos de cría familiar en Burkina Faso: explorar, experimentar y evaluar

Una gran mayoría de los policultores criadores del oeste de Burkina Faso tienen un proyecto de cría familiar (PCF) en mente. Sin embargo, más de la mitad de los proyectos no ven nunca la luz del día. Entre aquellos que se realizan, son observadas importantes debilidades a nivel de la gestión de la alimentación del ganado, lo que compromete su rentabilidad económica. El presente artículo presenta una guía de concepción y de acompañamiento del proyecto de cría familiar (CAPCF), llevado conjuntamente entre el productor y un consejero. Esta permite acompañar al productor durante la preparación, la ejecución y la evaluación de su proyecto. La guía fue elaborada con 10 productores que poseían PCF bovinos de tiro, bovinos de engorde o vacas lecheras en preparación. La CAPCF se desarrolla en cuatro etapas: a) diagnóstico, b) calibración e investigación de las opciones de mejoramiento, c) implementación y ajustamiento, y d) evaluación. Bajo este enfoque de concepción de acompañamiento, el productor estableció el PCF progresivamente, al mismo tiempo que aprendió a pilotarlo, reorganizando su trabajo y la asignación de sus medios de producción. La CAPCF desarrolló en los productores aprendizajes concernientes con el dominio de las prácticas de alimentación y de las estrategias de elaboración de un proyecto de cría para mejorar el éxito. Para el investigador, esta permitió comprender el raciocinio de los criadores participando con ellos en la construcción y el desarrollo de la obra de sus PCF.

Palabras clave: ganado bovino, diseño de proyectos, explotación agrícola familiar, alimentación de los animales, enfoque participativo, Burkina Faso

Effects of insemination timing and GnRH treatment on pregnancy rates of N'Dama cattle after estrus induction with progestin

Marcel Okouyi M'foumou W'otari^{1,2} Christian Hanzen^{1*}

Keywords

Bos taurus, induced ovulation, progestogen, artificial insemination, fertility, Gabon

Submitted: 21 April 2016
Accepted: 12 October 2016
Published: 26 October 2016

Summary

The aim of this clinical trial was to quantify the results of pregnancy after treating trypanotolerant N'Dama female cattle ($n = 168$) with a progesterone-releasing intravaginal device (CIDR; 1.38 g of progesterone) inserted for seven days. An intramuscular (IM) prostaglandin injection (500 μg of cloprostenol) was administered two days before removal of the device. Subsequently, an IM injection of 400 IU of eCG was administered when the device was removed. The animals were inseminated 48 (Group 1) and 72 hours (Group 2) after removal of CIDR. In both groups, half the animals were treated with 4.2 μg of busserlin acetate and the other half with 1 ml of physiological saline. Four protocols were thus tested: CIDR-PG-eCG/IA48h, CIDR-PG-eCG/IA48h/GnRH+, CIDR-PG-eCG/IA72h, and CIDR-PG-eCG/IA72h/GnRH+. A pregnancy diagnosis was performed by echography 45 to 60 days after insemination. The average pregnancy rate was 37.5%. That of the adult cows (43.2%, $n = 111$) was significantly ($p < 0.03$) higher than that of the heifers (26.3%, $n = 57$). The pregnancy rate observed in animals in Group 2 (48.8%) was significantly higher ($p < 0.002$) than that observed in animals in Group 1 (26.2%). The physiological condition and injection of GnRH at the time of insemination had no significant impact on the pregnancy rate. The hormonal protocol using CIDR-PG-eCG (400 IU) and a timed artificial insemination 72 hours later improved the pregnancy rates in N'Dama females.

■ How to cite this article: Okouyi M.W.M., Hanzen C., 2016. Effects of insemination timing and GnRH treatment on pregnancy rates of N'Dama cattle after estrus induction with progestin. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 69 (2): 73-78

■ INTRODUCTION

Given its hardy nature, its butchery quality and its trypanotolerance, the N'Dama breed represents a significant potential for developing African cattle breeding (Akouango et al., 2010). It therefore constitutes an important source of protein for the African population. His genetic improvement involves the use of artificial insemination. However, factors such as nutrition, management and estrus detection efficiency affect the use of this biotechnology in most African cattle operations.

The most useful alternative to use artificial insemination is to apply a hormonal protocol that allows artificial insemination without the need of estrus detection, a protocol usually referred to as fixed-time artificial insemination (FTAI). According to the legal availability of the hormones, two types of FTAI protocols currently used in cattle are gonadotropin-releasing hormone (GnRH) or estradiol-based protocols, in both cases combined with progestin devices (Progesterone-Releasing Intravaginal Device or PRID; Controlled Internal Drug-Releasing Device or CIDR) (Bo and Baruselli 2014). In cycling animals, GnRH-based protocols have been recommended in dairy (Pursley et al., 1995) and beef cattle (Geary et al., 2001; Baruselli et al., 2004; Bo and Baruselli, 2014). In brief, the first injection of GnRH induces LH release and ovulation of the dominant follicle (if any) with the emergence of a new follicular wave one to two days later. Prostaglandin F2alpha is given six to seven days later to induce luteal regression and a second GnRH is given 56 hours after prostaglandin-F (PGF) (Ovsynch protocol) or at the same time as FTAI (Cosynch protocol). To increase the probability of an ovulation at

1. University of Liège, Faculty of Veterinary Medicine, boulevard de Colonster, 20-Bat. B42-4000, Sart-Tilman, Liège, Belgium.

2. Masuku University of Science and Technology, Gabon.

* Corresponding author

Email: christian.hanzen@ulg.ac.be



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

the second injection of GnRH or to use such protocol in non-cycling animals, a progestin-releasing device can be given between the first injection of GnRH and PGF. Such progestin addition improves the pregnancy rate in heifers (Martinez et al., 2002a; Martinez et al., 2002b) and beef cows (Lamb et al., 2001). Attending the high prevalence of postpartum anestrus cows in beef herds, authors recommend to use the protocol based on progestin administered during 7, 8 or 9 days (Bo et al., 2007; Martinez et al., 2002a).

The application of equine chorionic gonadotropin (eCG) at the time of removal of a progestin has been recommended in *Bos taurus* with a high prevalence of postpartum anestrus (Bo et al., 2007). eCG stimulates the growth of the dominant follicle, its ovulation (Sa Filho et al., 2010a) and the synthesis of progesterone by the subsequent corpus luteum (Sa Filho et al., 2010b). Moreover, the application of eCG at the time of removal of a progestin influences the follicle size at ovulation and increases the pregnancy rate (Sa Filho et al., 2010c).

At our best knowledge, very few studies have been devoted to the effects of hormonal protocols on pregnancy rates in the N'Dama breed. They are generally accompanied by a great variability in observed estrus and pregnancy rates (Okouyi et al., 2014). An injection of GnRH at insemination seems to improve the pregnancy rates (Voh et al., 2004; Kamga-waladjo et al., 2006). In a previous study we also showed that the injection of high levels of eCG at the time of CIDR removal increased the intensity and the frequency of estrus signs, the follicular growth rate and the ovulation rate, but also the percentage of animals who present multiple ovulations (Okouyi et al., 2015; Okouyi and Hanzen 2016). Our study aimed to compare the pregnancy rates of a hormonal protocol combining progestin, PGF and eCG with GnRH given at two different times of insemination.

■ MATERIALS AND METHODS

The experiment was conducted on Nyanga Ranch in Gabon (0° 23' 24" N; 9° 24' 7" E) between June and September 2014, a period corresponding to the main dry season, which is marked in terms of nutrition by a qualitative and quantitative reduction in grazing resources. Heifers (n = 57) and suckler cows (n = 111) from the N'Dama breed were maintained on natural pastures and given free access to water. All the cows had calved four to six months ago. All animals had been vaccinated against contagious bovine pleuropneumonia (Peri T1/SR vaccine, Laboratoire national vétérinaire, Bamako, Mali), treated against parasites (diminazen, Veriben 2,36 g; isometamidium, Verigium 125 mg; Ceva Santé animale, Libourne, France) and weighed. Their body condition score (BCS) was identified by measuring fatty deposits at the base of the tail using a scale from 1 to 5: 1 = thin and 5 = fat (Ayres et al., 2009).

The cycling (presence of corpus luteum) or non-cycling (absence of corpus luteum) status was determined by performing at a two-week interval an ultrasound ovarian examination (KX 5200V scan, 6,5 MHz linear probe, Xuzhou Kaixin Electronic Instrument, Hamburg, Germany).

All the animals (n = 168; 5.4 ± 1.0 years; 236.1 ± 23.7 kg; BCS = 2.7 ± 0.4) were treated for seven days with a progestin administered vaginally (CIDR·1.38 g of progesterone, Zoetis Louvain-la-Neuve, Belgium) (Figure 1). An intramuscular (IM) injection of PGF_{2α} (2 ml of Estrumate 250 µg/ml of cloprostenol; Intervet, Brussels, Belgium) was administered 48 hours before removal of CIDR (D₀). An IM injection of 400 IU of eCG (2 ml of Folligon 1000 IU/5 ml; Intervet Belgium) was administered on the day CIDR was removed. A vaginoscopy was conducted on the day CIDR was removed to identify the degree of the animals' tolerance. The mucus was examined and noted on a scale of 1 to 5 (1 = absence of mucus; 5 = abundant brown to red mucus). A value lower than 3 indicated a good tolerance of CIDR (Chenault et al., 2003).

The animals were split into two groups, G1 and G2 (n = 84 in each group), and were inseminated 48 and 72 hours, respectively, after CIDR removal using a single dose of semen from the Senepol breed (Alta Genetics Do Brazil, Uberaba-MG, Brazil). During insemination, half the animals (GnRH+) were given an IM injection of 4.2 µg of busserelin acetate (2.5 ml of Receptal; Intervet, Brussels, Belgium). Each group was subdivided into two batches (GnRH+ and GnRH-). The other half was not treated and constituted the control group (GnRH-), receiving 1 ml of saline solution (sodium chloride 0.9%; FRESSENIUS KABI, Sevres, France). Pregnancy was confirmed by ultrasonography between 45 and 60 days after insemination.

Statistical analysis was carried out using SAS software (version 9.1). The differences of our treatment protocols were tested on the fertility of female N'Dama. The effectiveness of each treatment was assessed based on significant differences between pregnancy rates (%). Conditional and non-conditional logistical regression models were used to assess the interaction between pregnancy rates and risk factors (factors likely to vary them); age, weight, body condition, cyclicity (cycled vs non-cycled), parity (heifer vs cow), time of insemination (48 hours vs 72 hours), and the addition of GnRH (GnRH+ vs GnRH-). A first, non-conditional logistical regression model was used to assess the interactions between the pregnancy rate and each risk factor considered in isolation. Based on this analysis, only risk factors with a value of p < 0.025 were considered in the conditional logistical regression. The most appropriate model was chosen using the stepwise procedure.

■ RESULTS

No significant statistical difference between age, weight, body condition or reproductive parameters (% of cycling animals) was observed between the four experimental groups (Table I). Retention and tolerance rates (no abnormal vaginal discharge at CIDR withdrawal) were 100 and 98%, respectively. The pregnancy rates obtained after insemination are presented in Table II.

The average pregnancy rate of female N'Dama (n = 168) was 37.5%. That of cows (43.2%) was significantly higher (p < 0.03) than that of heifers (26.3%). Inseminations carried out 72 hours (Group 2) after removal of CIDR led to pregnancy rates (48.8%) which were significantly higher (p < 0.002) than those observed after inseminations carried out 48 hours (Group 1) after withdrawal (26.2%). Similar differences were observed among cows (54.5 vs 32.1%; p < 0.01) and among heifers (37.9 vs 14.3%; p < 0.03).

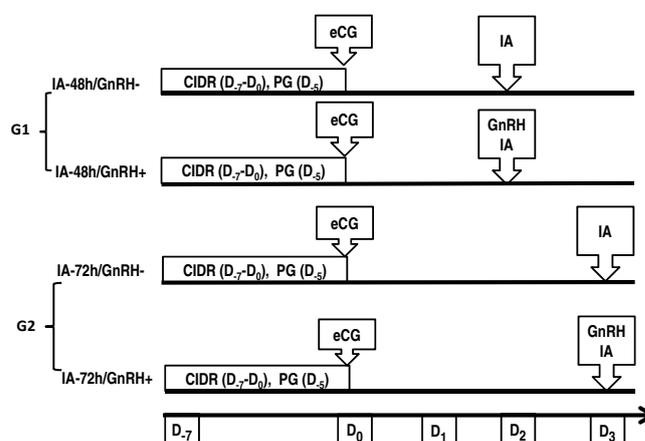


Figure 1: Hormonal protocol for synchronising oestrus and insemination of female N'Dama in a ranch in Gabon.

Table I
Distribution and characteristics of female N'Dama in a ranch in Gabon

	Group 1		Group 2		RMSE	P
	GnRH-	GnRH+	GnRH-	GnRH+		
Cows + heifers (n = 168)						
Number (batch)	42	42	42	42	NA	–
Age (years)	5.5	5.6	5.4	5.0	0.98	0.07
Weight (kg)	233.4	239.2	237.3	234.4	23.8	0.66
Body condition score*	2.6	2.7	2.8	2.7	0.35	0.34
Females cycled (%)	71.4	73.8	66.7	71.4	NA	0.62
Cows (n = 111)						
Number (batch)	28	28	27	28	NA	–
Age (years)	6.1	6.2	6.1	5.5	0.4	0.77
Weight (kg)	241.5	242.1	244.4	242.0	22.5	0.12
Body condition score	2.6	2.6	2.7	2.6	0.3	0.31
Cows cycled (%)	71.4	71.4	66.7	69.9	NA	0.14
Heifers (n = 57)						
Number	14	14	15	14	NA	–
Age (years)	4.2	4.3	4.0	4.2	0.4	0.11
Weight (kg)	217.1	233.2	224.5	219.3	20.3	0.07
Body condition score	2.8	3.0	3.0	2.9	0.3	0.71
Heifers cycled (%)	71.4	78.6	66.7	78.6	NA	0.09

GnRH: gonadotropin releasing hormone; RMSE = root mean square error; NA = not applicable; * On a scale of 1 to 5, 1 = thin and 5 = fat

Table II
Pregnancy rates of N'Dama heifers and cows in a ranch in Gabon according to the time of insemination and injection of GnRH (n = 168)

	Group 1 (48 hours) (%)		Group 2 (72 hours) (%)		P
	GnRH-	GnRH+	GnRH-	GnRH+	
Num. of cows + heifers	42	42	42	42	
Pregnancy by batch (%)	21.4 ^a	31.0 ^a	52.4 ^b	45.2 ^b	0.01
Pregnancy by group (%)	26.2 ^c (n = 84)		48.8 ^d (n = 84)		0.002
Average pregnancy (%)	37.5 (n = 168)				
Num. of cows	28	28	27	28	
Pregnancy by batch (%)	25.0	39.3	59.3	50	0.06
Pregnancy by group (%)	32.1 ^e (n = 56)		54.5 ^f (n = 55)		0.01
Average pregnancy (%)	43.2 (n = 111)				
Num. of heifers	14	14	15	14	
Pregnancy by batch (%)	14.3	14.3	40.0	35.7	0.24
Pregnancy by group (%)	14.3 ^g (n = 28)		37.9 ^h (n = 29)		0.03
Average pregnancy (%)	26.3 (n = 57)				

GnRH: gonadotropin releasing hormone

Numbers followed by different letters on a same line indicate a significant difference ($p < 0.05$).

The physiological status of female cattle had no significant effect on the pregnancy percentages [38.7% in cycling animals (n = 119) vs 34.7% in non-cycling animals (n = 49)]. This lack of significant differences was observed in cows (44.2 vs 41.2%) and heifers (28.6 vs

20.0%). No significant effect of the physiological status (cycling vs non-cycling) was observed within the groups of animals inseminated after 48 hours (Group 1) (26.2 vs 26.1%) or after 72 hours (Group 2) (51.7 vs 42.3%).

For all cows and heifers, the injection of GnRH at insemination did not significantly increase pregnancy rates in animals inseminated 48 hours (31.0 vs 21.4%; $p > 0.05$) or 72 hours (45.2 vs 52.4%; $p > 0.05$) after removal of CIDR. Furthermore, no significant difference was observed within Groups 1 and 2 both in cows (Group 1: 39.3 vs 25.0%; Group 2: 50.0 vs 59.3%) and in heifers (Group 1: 14.3 vs 14.3%; Group 2: 35.7 vs 40.0%).

■ DISCUSSION

The average pregnancy rate was 37.5% (63/168). It was significantly ($p < 0.05$) higher in cows (43.2%; 48/111) than in heifers (26.3%; 15/57). These results agree with the pregnancy rate observed after synchronization of beef heifers and cows in temperate countries, i.e. between 21 (Favetto et al., 2010) and 60.8% (Grimard et al., 2001), and between 26 (Lucy et al., 2001) and 68.4% (Mialot et al., 1998), respectively.

A study performed in 1387 herds and involving 266,978 artificial inseminations has reported an average pregnancy rate of 49.5% (10 to 82%) (Bo and Baruselli 2014). Different factors can influence the pregnancy rates in beef cattle. The average body weight (236.1 \pm 23.7 kg) and body condition score (2.7 \pm 0.4) of the animals in the present study carried out during the long dry season were comparable to the minimum value required to enable female N'Dama to reproduce (Ezanno et al., 2005). The body condition score is one of the most important factors affecting the pregnancy rate of beef females (Bo and Baruselli, 2014). Animals treated with progestins must have a BCS higher than 2.5 and ideally higher than 3 to achieve pregnancy rates of 50% or higher (Bo et al., 2007).

We did not observe any significant differences in pregnancy rates between heifers (28.6 vs 20.0%) and cows (44.2 vs 41.2%), regardless of their cyclicity. This observation disagrees with that of Lucy et al. (2001) who reported a better pregnancy rate in cycling (49%; 57/116) than in non-cycling (28%; 29/105). The same difference has been reported for cows with 46% (64/140) vs 26% (36/141) (Lucy et al., 2001). Contrary to Lucy et al. (2001) we have used systematic insemination and not insemination on observed estrus. Moreover we have systematically injected eCG at time of CIDR removal. So, an injection of eCG appears indispensable to improve the ovulatory response (Baruselli et al., 2004) and pregnancy rates (Dias et al., 2009).

The pregnancy rates of heifers (14.3 vs 37.9%) and cows (31.2 vs 54.5%) inseminated 48 hours after withdrawal of CIDR appear to be significantly lower than that of animals inseminated after 72 hours. In beef cattle, various insemination protocols were assessed: upon observed heat, systematic single insemination at 56 hours, and double insemination at 48 and 72 hours after removal of the progestogen (Roche et al., 1978; Anderson et al., 1982). The choice of time to inject the prostaglandin or eCG as well as the time of insemination must also take into account the conditions in which the animals were restrained, the quality of detection and the work required, because these conditions may constitute an additional stress factor for the animals (Grimard et al., 2003). Our protocol involved handling the animals four times. It would be interesting to assess the effects of simultaneously injecting eCG and prostaglandin (Lamb, 2013), a method which would reduce the number of times the animals need to be handled to three.

In Nelore suckling cows treated with norgestomet, the interval between implant removal and ovulation was 72.0 \pm 3.1 hours in the control animals (eCG-/GnRH-; $n = 12$), 70.5 \pm 2.7 hours in the eCG animals (eCG+/GnRH-; $n = 13$), 69.6 \pm 2.4 hours in the GnRH animals (eCG-/GnRH+; $n = 12$) and 73.1 \pm 1.1 hours in the eCG/GnRH (eCG+/GnRH+; $n = 13$) animals. No significant differences were observed between these various batches (Sà Filho et al., 2010a). The

gap between the end of the progestogen-based treatment and ovulation was on average 81.8 \pm 3.75 hours in beef heifers treated using the CIDR/PG protocol (Leitman et al., 2008). In female N'Dama ($n = 120$) treated using a CIDR, 25.0, 57.4 and 17.6% of ovulations appeared respectively 48–72 hours, 73–96 hours and 97–120 hours after removal. The average value was 80.4 \pm 12.4 hours (Okouyi et al., 2015). Given the fertilization capacity of spermatozoa (24 hours), the fecundity of the oocyte (16 to 18 hours) and the duration of migration of the spermatozoa in the genital tract (6 to 8 hours), it is recommended to conduct insemination 0 to 16 hours prior to ovulation (Saumande and Humblot, 2005; Roelofs et al., 2006). Without a doubt, in case of a single insemination, a 72-hour timescale is preferable to that of 48 hours.

Injecting GnRH at the same time as insemination has the effect of increasing pituitary secretion of the follicle-stimulating hormone (FSH) and luteinizing hormone (LH), and thus of encouraging final growth of the follicle and ovulation (Martinez et al., 2014). In the present case, this injection did not significantly increase the pregnancy rate in cycling and non-cycling heifers and cows. Our observations are similar to those obtained in suckling *Bos indicus* cattle from the Nelore breed which were either treated with GnRH or untreated after heat was induced using norgestomet, combined (or not) with injections of eCG or GnRH (Sà Filho et al., 2010a).

■ CONCLUSION

In female cycling or non-cycling N'Dama with optimal weight and body condition, the use of the hormonal protocol CIDR-PG-eCG (400 IU), followed by a timed artificial insemination 72 hours following the removal of CIDR, increased the pregnancy rates in N'Dama females. Such protocol alleviates the constraints of estrus detection. It would be interesting to verify the effects of injecting PG when removing CIDR or at the weaning time.

Acknowledgments

The authors thank the Programme d'appui institutionnel et Développement des ressources humaines (PAI-DRH) in Gabon for funding this study, the Société d'investissement pour l'agriculture tropicale (SIAT-Gabon) for the workspace, and the Clinical Department for Animal Production at the Faculty of Veterinary Medicine at the University of Liège (ULg, Belgium).

REFERENCES

- Akouango F., Ngokaka C., Ewomango P., Kimbembe E., 2010. Morphometric and reproductive characterization of N'Dama cows and bulls in Congo [in French]. *Anim. Genet. Resour.*, **46**: 41-47, doi: 10.1017/S2078633610000688
- Anderson G.W., Babonis G.D., Riesen J.W., Woody C.O., 1982. Control of estrus and pregnancy in dairy heifers treated with synchro-mate-B. *Theriogenology*, **17**: 623-633
- Ayres H., Ferreira R.M., Torres-Júnior J.R.S., Demétrio C.G.B., De Lima C.G., Baruselli P.S., 2009. Validation of body condition score as a predictor of subcutaneous fat in Nelore (*Bos indicus*) cows. *Livest. Sci.*, **123**: 175-179
- Baruselli P.S., Reis E.L., Marques M.O., Nasser L.F., Bó G.A., 2004. The use of hormonal treatments to improve reproductive performance of anestrus beef cattle in tropical climates. *Anim. Reprod. Sci.*, **82-83**: 479-486, doi: 10.1016/j.anireprosci.2004.04.025
- Bó G.A., Baruselli P.S., 2014. Synchronization of ovulation and fixed-time artificial insemination in beef cattle. *Animal*, **8** (s1): 144-150, doi: 10.1017/S1751731114000822
- Bo G.A., Cutaia L., Peres L.C., Pincinato D., Baruselli Marana P.S., 2007. Technologies for fixed-time artificial insemination and their influence on reproductive performance of *Bos indicus* cattle. *Soc. Reprod. Fertil.*, **64**: 223-236

- Chenault J.R., Boucher J.F., Dame K.J., Meyer J.A., Wood-Follis S.L., 2003. Intravaginal progesterone insert to synchronize return to oestrus of previously inseminated dairy cows. *J. Dairy Sci.*, **86** (6): 2039-2049, doi: 10.3168/jds.S0022-0302 (03) 73793-X
- Dias C.C., Wechsler F.S., Day M.L., Vasconcelos J.L., 2009. Progesterone concentrations, exogenous equine chorionic gonadotropin, and timing of prostaglandin F₂α treatment affect fertility in postpubertal Nelore heifers. *Theriogenology*, **72** (3): 378-385, doi: 10.1016/j.theriogenology.2009.03.006
- Ezanno P., Ickowicz A., Lancelot R., 2005. Relationships between N'Dama cow body condition score and production performance under an extensive range management system in Southern Senegal: Calf weight gain, milk production, probability of pregnancy, and juvenile mortality. *Livest. Prod. Sci.*, **92** (3): 291-306, doi: 10.1016/j.livprodsci.2004.09.001
- Favetto P.H., Hoar B.R., Myers D.M., Tindall J., 2010. Progesterone inserts may help to improve breeding readiness in beef heifers. *Calif. Agric.*, **64** (2): 106-111
- Geary T.W., Salverson R.R., Whittier J.C., 2001. Synchronization of ovulation using GnRH or hCG with the CO-Synch protocol in suckled beef cows. *J. Anim. Sci.*, **79** (10): 2536-2541
- Grimard B., Benoit-Valiègue H., Ponter A.A., Maurice T., Humblot P., 2001. Synchronisation of beef cows: results of three years of use in farms [in French]. *Elev. Insémin.*, **302**: 3-15
- Grimard B., Humblot P., Ponter A.A., Chastant S., Constant F., Mialot J.P., 2003. Effectiveness of oestrus synchronization treatment in cattle [in French]. *Prod. Anim.*, **16**: 211-227
- Kamga-Waladjo A.R., Mbaïndigatoloum F.M., Lapo R.A., Thiam O., Sultan J., Diop P.E.H., 2006. N'Dama reproduction characteristics used in bovine artificial insemination in Republic of Guinea [in French]. *Rev. Afr. Santé Prod. Anim.*, **4** (1-2): 69-72
- Lamb G.C., 2013. Control of estrus in cows. In: Proc. Applied Reproductive Strategies in Beef Cattle, Staunton, VA, USA, 15-16 Oct. 2013, 81-96
- Lamb G.C., Stevenson J.S., Kesler D.J., Garverick H.A., Brown D.R., Salfen B.E., 2001. Inclusion of an intravaginal progesterone insert plus GnRH and prostaglandin F₂α for ovulation control in postpartum suckled beef cows. *J. Anim. Sci.*, **79** (9): 2253-2259
- Leitman N.R., Busch D.C., Bader J.F., Mallory D.A., Wilson D.J., Lucy M.C., Eilersieck M.R., Smith M.F., Patterson D.J., 2008. Comparison of protocols to synchronize estrus and ovulation in estrous-cycling and prepubertal beef heifers. *J. Anim. Sci.*, **86** (8): 1808-1818, doi: 10.2527/jas.2008-0970
- Lucy M.C., Billings H.J., Butler W.R., Ehnis L.R., Fields M.J., Kesler D.J., Kinder J.E., Mattos R.C., Short R.E., Thatcher W.W., Wettemann R.P., Yelich J.V., Hafis H.D., 2001. Efficacy of an intravaginal progesterone insert and an injection of PGF₂α for synchronizing estrus and shortening the interval to pregnancy in postpartum beef cows, peripubertal beef heifers, and dairy heifers. *J. Anim. Sci.*, **79** (4): 982-995
- Martínez M.F., Kastelic J.P., Adams G.P., Cook B., Olson W.O., Mapletoft R.J., 2002a. The use of progestins in regimens for fixed-time artificial insemination in beef cattle. *Theriogenology*, **57** (3): 1049-1059
- Martínez M.F., Kastelic J.P., Adams G.P., Mapletoft R.J., 2002b. The use of a progesterone-releasing device (CIDR-B) or melengestrol acetate with GnRH, LH, or estradiol benzoate for fixed-time AI in beef heifers. *J. Anim. Sci.*, **80** (7): 1746-1751
- Martínez M.F., Tutt D., Quirke L.D., Tattersfield G., Juengel J.L., 2014. Development of a GnRH-PGF₂α-progesterone-based synchronization protocol with eCG for inducing single and double ovulations in beef cattle. *J. Anim. Sci.*, **92** (11): 4935-4948, doi: 10.2527/jas.2013-7512
- Mialot J.P., Noel F., Puyalto C., Laumonier G., Sauveroché B., 1998. Treatment of postpartum anoestrus in dairy cows with CIDR-E or prostaglandin F₂α [in French]. *Bull. Group. Tech. Vet.*, **2**: 29-38
- Okuyi M.W.M., Drion P.V., Hanzen C., 2015. Preovulatory follicle diameter, growth rate and time of ovulation during induced oestrus using a CIDR in trypanotolerant female *Bos taurus* N'Dama cattle. *Trop. Anim. Health Prod.*, **47** (8): 1443-1448, doi: 10.1007/s11250-015-0881-9
- Okuyi M.W.M., Hanzen C., 2016. Effects of equine chorionic gonadotropin (eCG) on the sexual behaviour and ovulatory characteristics of female African N'Dama cattle. *Rev. Med. Vet.*, **167** (7-8): 211-215
- Okuyi M.W.M., Kamga-Waladjo A.R., Diara S., Hanzen C., 2014. Reproduction characteristics of the trypanotolerant female N'Dama [in French]. *Rev. Afr. Santé Prod. Anim.*, **12** (1): 3-7
- Pursley J.R., Mee M.O., Wiltbank M.C., 1995. Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF₂α and GnRH. *Theriogenology*, **44** (7): 915-923
- Roche J.F., Prendiville D.J., Gosling J., 1978. Synchronization of oestrus and pregnancy diagnosis in heifers bred in autumn and winter. *Vet. Rec.*, **102**: 12-14
- Roelofs J.B., Graat E.A., Mullaart E., Soede N., Voskamp-Harkema W., Kemp B., 2006. Effects of insemination-ovulation interval on fertilization rates and embryo characteristics in dairy cattle. *Theriogenology*, **66** (9): 2173-2181, doi: 10.1016/j.theriogenology.2006.07.005
- Sá Filho M.F., Ayres H., Ferreira R.M., Marques M.O., Reis E.L., Silva R.C., Rodrigues C.A., Madureira E.H., Bo G.A., Baruselli P.S., 2010a. Equine chorionic gonadotropin and gonadotropin-releasing hormone enhance fertility in a norgestomet-based, timed artificial insemination protocol in suckled Nelore (*Bos indicus*) cows. *Theriogenology*, **73** (5): 651-658, doi: 10.1016/j.theriogenology.2009.11.004
- Sá Filho M.F., Crespilho A.M., Santos J.E.P., Perry G.A., Baruselli P.S., 2010b. Ovarian follicle diameter at timed insemination and estrous response influence likelihood of ovulation and pregnancy after estrous synchronization with progesterone or progestin-based protocols in suckled *Bos indicus* cows. *Anim. Reprod. Sci.*, **120** (1-4): 23-30, doi: 10.1016/j.anireprosci.2010.03.007
- Sá Filho M.F., Torres-Junior J.R., Penteado L., Gimenes L.U., Ferreira R.M., Ayres H., Castro E., Paula L.A., Sales J.N., Baruselli P.S., 2010c. Equine chorionic gonadotropin improves the efficacy of a progestin-based fixed-time artificial insemination protocol in Nelore (*Bos indicus*) heifers. *Anim. Reprod. Sci.*, **118** (2-4): 182-187, doi: 10.1016/j.anireprosci.2009.10.004
- Saumande J., Humblot P., 2005. The variability in the interval between estrus and ovulation in cattle and its determinants. *Anim. Reprod. Sci.*, **85** (3-4): 171-182, doi: 10.1016/j.anireprosci.2003.09.009
- Voh Jr A.A., Larbi A., Olorunju S.A.S., Agyemang K., Abiola B.D., Williams T.O., 2004. Fertility of N'dama and Bunaji cattle to artificial insemination following oestrus synchronization with PRID and PGF₂α in the hot humid zone of Nigeria. *Trop. Anim. Health Prod.*, **36** (5): 499-511, doi: 10.1023/B:TROP.0000035007.19522.62

Résumé

Okouyi M.W.M., Hanzen C. Effets de la synchronisation de l'insémination et du traitement GnRH sur le taux de gestation des bovins N'Dama après induction de l'œstrus avec de la progestérone

Le but de cet essai clinique a été de quantifier les pourcentages de gestation de bovins N'Dama (n = 168) trypanotolérants après traitement avec un dispositif intravaginal libérant de la progestérone (CIDR ; 1,38 g de progestérone) inséré pendant sept jours. Une injection intramusculaire (IM) de prostaglandine (500 µg de cloprostenol) a été administrée deux jours avant le retrait du dispositif. Par la suite, une injection IM de 400 UI de gonadotrophine chorionique équine (eCG) a été administrée lorsque le dispositif a été retiré. Les animaux ont été inséminés 48 (groupe 1) et 72 heures (groupe 2) après le retrait du CIDR. Dans les deux groupes, la moitié des animaux ont été traités avec 4,2 µg d'acétate de busérelina et l'autre moitié avec 1 ml de sérum physiologique. Quatre protocoles ont ainsi été testés : CIDR-PG-eCG/IA48h, CIDR-PG-eCG/IA48h/GnRH+, CIDR-PG-eCG/IA72h et CIDR-PG-eCG/IA72h/GnRH+. Un diagnostic de gestation a été réalisé par échographie 45 à 60 jours après l'insémination. Le pourcentage de gestation moyen a été de 37,5 %. Celui des vaches adultes (43,2 %, n = 111) a été significativement (p < 0,03) plus élevé que celui des génisses (26,3 %, n = 57). Le pourcentage de gestation a été significativement plus élevé (p < 0,002) chez les animaux du groupe 2 (48,8 %) que chez ceux du groupe 1 (26,2 %). L'état physiologique et l'injection de GnRH au moment de l'insémination n'ont pas eu d'impact significatif sur le pourcentage de gestation. Le protocole hormonal utilisant CIDR-PG-eCG (400 UI) et une insémination systématique 72 heures après ont amélioré les pourcentages de gestation chez la femme N'Dama.

Mots-clés : *Bos taurus*, ovulation induite, progestagène, insémination artificielle, fertilité, Gabon

Resumen

Okouyi M.W.M., Hanzen C. Efectos del momento de inseminación y tratamiento con GnRH sobre las tasas de preñez de las hembras N'Dama después de la inducción de estro con progestina

El objetivo de este estudio clínico fue el de cuantificar los resultados de preñez después de tratar ganado hembra N'Dama trypanotolerante (n = 168) con un dispositivo intravaginal de liberación de progesterona (CIDR; 1,38 g de progesterona) implantado durante siete días. Se administró una inyección intramuscular (IM) de prostaglandina (500 µg de cloprostenol) dos días antes de remover el dispositivo. Subsecuentemente, se administró una inyección IM de 400 UI de eCG cuando se removió el dispositivo. Los animales fueron inseminados 48 (grupo 1) y 72 horas (grupo 2) después de remover el CIDR. En ambos grupos, la mitad de los animales fueron tratados con 4,2 µg de acetato de buserelina y la otra mitad con 1 ml de salina fisiológica. Se probaron luego cuatro protocolos: CIDR-PG-eCG/IA48h, CIDR-PG-eCG/IA48h/GnRH+, CIDR-PG-eCG/IA72h y CIDR-PG-eCG/IA72h/GnRH+. Se realizó un diagnóstico de preñez mediante ecografía 45 y 60 días post inseminación. La tasa promedio de preñez fue de 37,5%. Aquella de las vacas adultas (43,2%, n = 111) fue significativamente (p < 0,03) más alta que la de las novillas (26,3%, n = 57). La tasa de preñez observada en animales en el grupo 2 (48,8%) fue significativamente más elevada (p < 0,002) que la observada en animales en el grupo 1 (26,2%). La condición fisiológica y la inyección de GnRH en el momento de la inseminación no tuvieron un impacto significativo en la tasa de preñez. El protocolo hormonal usando CIDR-PG-eCG (400 UI) y una inseminación artificial cronológicamente controlada 72 horas después mejoró las tasas de preñez en las hembras N'Dama.

Palabras clave: *Bos taurus*, ovulación inducida, progestageno, inseminación artificial, fertilidad, Gabón

Facteurs de risque et caractéristiques cliniques et lésionnelles de la lymphadénite caséuse ou maladie des abcès chez les ovins au Maroc

Faouzi Kichou^{1*} Ahmed Mechaal¹
Mohammed Bouslikhane¹ Ahlam Kadiri¹ Khalil Zro²
Jaouad Berrada¹

Mots-clés

Ovin, lymphadénite caséuse, abcès, facteur de risque, histopathologie, épidémiologie, Maroc

Submitted: 27 January 2016

Accepted: 5 September 2016

Published: 26 October 2016

Résumé

La présente étude a eu pour objectifs d'estimer la prévalence et les facteurs de risques de la lymphadénite caséuse chez les ovins de la région de l'Oriental au Maroc, et de déterminer ses caractéristiques cliniques et lésionnelles. Des enquêtes ont été réalisées dans différentes provinces de cette région. Elles ont porté sur 6376 animaux répartis dans 107 élevages. De plus, la recherche des lésions, et la collecte des ganglions lymphatiques et des abcès en vue d'un examen histopathologique ont été effectuées dans cinq abattoirs de la région. Les résultats ont montré que pratiquement 100 % des élevages (106 sur 107) étaient affectés par la lymphadénite caséuse. La prévalence individuelle globale de cette maladie a été de 24 % et les prévalences moyennes au sein des élevages et aux abattoirs ont été respectivement de 28 et 16 %. Outre une hygiène déficiente et une densité animale trop élevée dans les bergeries, l'usage d'équipements traumatisants (mangeoires, abreuvoirs et clôtures métalliques) a semblé constituer le principal facteur favorisant la dissémination des abcès entre animaux d'un même troupeau. Les abcès superficiels, ouverts ou non, avec hypertrophie ganglionnaire satellite, ont été présents chez tous les animaux affectés. Quoique de localisation variable, environ 79 % des lésions se situaient à la tête ou à l'encolure. L'examen histopathologique des ganglions a révélé deux types de lésions : des abcès au stade évolutif (87 %), et des lésions de nécroses et de suppurations diffuses et sévères du tissu lymphoïde (13 %). Dans les poumons la plupart des abcès étaient bien délimités et circonscrits.

■ Pour citer cet article : Kichou F., Mechaal A., Bouslikhane M., Kadiri A., Zro K., Berrada J., 2016. Risk factors and clinical and lesion characteristics of caseous lymphadenitis or abscess disease in sheep in Morocco [in French]. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **69** (2): 79-86

■ INTRODUCTION

La lymphadénite caséuse (LC) des ovins, ou maladie des abcès, est due à *Corynebacterium pseudotuberculosis*, bacille à Gram positif, immobile et aéro-anaérobie. La maladie se caractérise par la formation de pyogranulomes localisés principalement dans les ganglions lymphatiques superficiels, mais aussi dans les ganglions lymphatiques profonds et dans les poumons. Plus rarement, d'autres localisations sont observées comme le foie, les reins, le cœur, le scrotum

et les mamelles (Pépin et al., 1988 ; Pépin et al., 1999 ; Pépin, 2003 ; Brugère-Picoux, 2004).

Une contamination précoce des jeunes animaux par leurs mères conduit à des lésions de petite taille pouvant passer inaperçues. Ces lésions évoluent lentement et une expression clinique manifeste n'est observée que chez les adultes. Aussi, le pourcentage d'animaux porteurs d'abcès de grande taille augmente avec l'âge (Moller et al., 2000). La virulence de la maladie est liée à l'expression de la phospholipase D par *C. pseudotuberculosis* (Pépin, 2003 ; D'afonseca et al., 2008 ; Windsor, 2011).

L'importance de la maladie tient aux pertes économiques qu'elle engendre. En effet, la présence d'abcès superficiels altère la qualité et la valeur commerciale des animaux alors que la présence d'abcès profonds et pulmonaires est souvent associée à un amaigrissement progressif. Les pertes économiques sont dues à la diminution des productions (viande, laine et lait), de l'efficacité de la reproduction,

1. Département de pathologie et santé publique vétérinaires, Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, BP 10101, Rabat, Maroc.

2. Biopharma, Agdal Rabat Maroc.

* Auteur pour la correspondance

Tél. : +212 6 61 37 23 57 ; email : f.kichou@iav.ac.ma



de la valeur marchande des animaux, à la dévaluation des peaux, et aux saisies partielles ou totales à l'abattoir (Brugère-Picoux, 2004 ; Windsor, 2011).

La LC a été décrite dans tous les pays où l'élevage ovin est important et le mode d'élevage essentiellement extensif (Pépin et al., 1999 ; Windsor, 2011). Au Maroc, la LC des ovins n'est apparue que vers la fin des années 1980 et, depuis, la maladie a connu une émergence alarmante dans les troupeaux ovins à l'échelle nationale, en particulier dans la région de l'Oriental où les éleveurs se plaignent des pertes qu'elle occasionne. Les conditions environnementales dans ces régions semi-arides à arides seraient propices à l'établissement de l'enzootie chez les petits ruminants. De même, la maladie a été qualifiée de dominante pathologique dans d'autres régions du pays, notamment chez les ovins, les caprins et les camélidés des régions du nord et du sud du Maroc (Ait Balahcen, 2000 ; Kichou et al., 2003 ; Ramiche, 2001). Les pertes liées à cette maladie semblent considérables et peuvent même s'accroître en l'absence d'un plan de lutte. Ainsi, cette étude a eu pour objectif de déterminer la prévalence réelle de LC, ses facteurs de risque et ses caractéristiques cliniques et lésionnelles chez les ovins des provinces de l'Oriental au Maroc.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Enquêtes à l'échelle des troupeaux et examens cliniques

Des enquêtes ont été effectuées dans des élevages ovins de cinq provinces de la région à l'aide d'un questionnaire afin de recueillir les informations relatives aux troupeaux ovins (mode de conduite, antécédents morbides, présence et évolution de la LC). Par la suite, les animaux de chaque troupeau visité ont fait l'objet d'un examen clinique pour détecter la présence d'abcès cutanés et/ou ganglionnaires, et déterminer leurs caractéristiques et leur répartition. Les observations cliniques ont été notées sur une fiche d'examen clinique.

Examen des carcasses et collecte des échantillons à l'abattoir

Sur la base du volume d'ovins abattus, un abattoir municipal et quatre abattoirs ruraux ont été sélectionnés pour y relever les informations relatives aux effectifs, aux caractéristiques des animaux abattus (espèce, race, sexe et stade physiologique), et à la nature, l'importance et la distribution des abcès identifiés sur les carcasses. Des échantillons représentatifs d'abcès ganglionnaires et tissulaires (42 échantillons) ont été prélevés et placés dans du formol tamponné à 10 % en vue d'un examen histopathologique.

Examens histopathologiques

Après fixation, les échantillons tissulaires ont été préparés selon les techniques histologiques usuelles dont l'inclusion à la paraffine. Des coupes de 5 μm ont été préparées, puis colorées par la technique hémalum-éosine. Les lésions microscopiques observées dans les ganglions et tissus en microscopie optique ont été décrites.

Analyse des données

Les données recueillies ont été consignées dans un tableur (Excel) et ont fait l'objet d'une analyse descriptive pour le calcul des prévalences et la variance. La comparaison des prévalences moyennes à l'échelle des troupeaux a été conduite à l'aide du test t de Student pour les facteurs suivants : race, type de matériel d'élevage, et densité et hygiène des élevages. La comparaison des proportions (prévalences selon les catégories d'âge) a été effectuée par le test du Chi carré avec le logiciel Epi Info 7.

RESULTATS

Prévalence de la lymphadénite caséuse

Sur la base des examens cliniques, la LC a été diagnostiquée dans la quasi-totalité des troupeaux enquêtés (106 sur 107) avec une prévalence individuelle globale de 24 % (1544/6376 examinés). Au sein des 106 élevages affectés, la prévalence moyenne globale a été de 28 %, et a varié de 21,7 à 30,8 % selon les provinces (tableau I) sans qu'il y ait eu une différence significative entre celles-ci (Anova, $p > 0,05$).

La prévalence de la LC chez les ovins adultes a été légèrement supérieure à celle estimée chez les jeunes (24,8 vs 23,5 %) mais la différence n'était pas significative (test du Chi carré, $p > 0,01$) (tableau II).

Localisation et distribution des lésions

Les lésions observées étaient essentiellement des hypertrophies des ganglions lymphatiques, et des abcès ganglionnaires et sous-cutanés. Les localisations les plus fréquentes étaient la tête et la région pré-capulaire (79 % des cas) (figure 1). Les abcès pouvaient être uniques ou multiples chez un même animal. L'incision de ces abcès laissait s'écouler un pus épais de couleur crème à jaunâtre (figure 2).



Figure 1 : hypertrophie très marquée des ganglions sous-maxillaire et parotidien chez un bélier de race Beni Guil dans la région de l'Oriental au Maroc (© Kichou, 2013).



Figure 2 : abcès ouvert du ganglion sous-maxillaire laissant couler un pus épais et abondant chez un bélier de race Beni Guil dans la région de l'Oriental au Maroc (© Kichou, 2013).

Tableau I

Prévalences d'ovins porteurs d'abcès de lymphadénite caséuse dans les élevages selon la province de l'Oriental au Maroc

Province	Nb. d'élevages affectés	Effectif total	Nb. d'ovins affectés	Prévalence moyenne	IC à 95 %	Min.	Max.
Berkane	7	525	147	29,0	23,7–34,3	23,8	37,8
Figuig	17	1461	321	21,7	17,3–26,2	7,7	35,6
Jerrada	32	1841	406	27,8	23,2–32,3	5,8	56,7
Oujda	45	2086	566	30,8	25,8–35,8	9,1	96,3
Taourite	5	428	104	24,2	19,0–29,4	17,9	28,1
Total	106	–	–	28,0	25,4–30,7	5,8	96,3

IC : intervalle de confiance

Tableau II

Prévalence de la lymphadénite caséuse selon la classe d'âge dans les élevages ovins de l'Oriental au Maroc

Classe d'âge	Nb. d'ovins		Prévalence estimée	Chi ²	dl	p
	Examinés	Affectés				
Jeune	2246	527	23,45	1,48	1	0,22 (> 0,05 ; NS)
Adulte	4095	1017	24,84			

dl : degré de liberté ; NS : non significatif

Facteurs de risque liés à la lymphadénite caséuse

Les résultats de la comparaison des prévalences moyennes ont montré que les facteurs de risque associés à une forte prévalence de la maladie étaient la densité élevée des animaux dans les bergeries, l'utilisation d'un matériel traumatisant, notamment les abreuvoirs métalliques, et l'absence de mesures d'isolement des animaux malades (tableau III). Les moutons de race pure Beni Guil étaient répartis dans presque la totalité des troupeaux des provinces de Jerrada et de Figuig. Les troupeaux où cette race était présente semblaient avoir une prévalence inférieure (25,2 %) à celles des troupeaux de races croisées ou mixtes (présence au moins de deux races différentes). Toutefois, la différence des prévalences n'était pas significative.

Tableau III

Facteurs de risque pour la lymphadénite caséuse dans les élevages ovins de l'Oriental au Maroc

Facteur		Prévalence moyenne	Nb.	t	dl	p	
Race	Mixte	32,20	16	0,73	57	> 0,1	NS
	Race croisée	28,95	43	1,48	89	> 0,05	NS
	Race pure	25,20	48	1,63	62	> 0,05	NS
Mangeoire	Traumatisant	27,66	42	0,06	105	> 0,1	NS
	Non traumatisant	27,82	65				
Abreuvoir	Traumatisant	29,47	77	2,02	105	< 0,05	+
	Non traumatisant	23,34	30				
Nature de la clôture	Traumatisant	29,45	16	0,53	105	> 0,05	NS
	Non traumatisant	27,46	91				
Densité	Elevée	30,36	76	3,16	105	< 0,01	++
	Optimale	21,36	31				
Isolement des ovins affectés	Absent	29,80	59	1,70	105	< 0,05	+
	Présent	25,23	48				
Désinfection des locaux	Absent	28,46	91	1,25	105	> 0,1	NS
	Présent	23,74	16				
Vide sanitaire	Absent	27,73	99	0,05	105	> 0,1	NS
	Présent	28,01	8				

dl : degré de liberté ; NS : non significatif ; + : différence significative ; ++ : différence très significative

Prévalence globale des abcès à l'abattoir

Sur 12 345 ovins examinés *post mortem* pendant trois mois, 7,3 % avaient des abcès (902 carcasses). La prévalence moyenne de la maladie détectée par l'observation des carcasses à l'abattoir a été significativement différente selon les provinces (Anova, $p < 001$). La prévalence la plus élevée a été observée dans la province de Jerrada (25,4 %) et la plus faible dans celle d'Oujda (5,9 %) (tableau IV).

Prévalence des abcès en fonction de l'âge et du sexe

La prévalence de la LC estimée au niveau des abattoirs a été significativement différente ($p < 0,01$) selon les trois classes d'âge (tableau V) : la plus forte a été de 16,9 % chez les adultes de plus de quatre ans et la plus faible de 6,3 % chez les jeunes de moins d'un an. Les femelles ont été significativement plus affectées par la LC que les mâles avec des prévalences respectives de 9,2 et 5,4 % (tableau VI).

Tableau IV

Prévalence moyenne des abcès sur les carcasses ovines à l'abattoir dans l'Oriental au Maroc

Province	Nb. de visites	Effectif abattu	Nb. d'ovins affectés	Prévalence moyenne	IC à 95 %
Jerrada	16	756	190	25,4	17,4–33,4
Oujda	15	11 367	654	5,9	4,3–7,5
Taourirt	3	222	24	15,6	6–25,2
Prévalence moyenne totale	34	12 345	902 (7,3 %)	15,9	8,6–23,2

IC : intervalle de confiance

Tableau V

Prévalence de la lymphadénite caséuse par classe d'âge à l'abattoir dans l'Oriental au Maroc

Classe d'âge	Nb. d'ovins		Prévalence estimée	Chi ²	dl	p
	Examinés	Affectés				
0–1 an	2672	167	6,3			
2–3 ans	1037	88	8,5	41,9	2	< 0,0001 (++)
> 4 ans	272	46	16,9			

dl : degré de liberté ; ++ : différence très significative

Tableau VI

Prévalence moyenne de la lymphadénite caséuse par sexe relevée à l'abattoir dans l'Oriental au Maroc

Sexe	Nb. d'ovins		Prévalence estimée	Chi ²	dl	p
	Examinés	Affectés				
Femelle	2302	211	9,2	19,2	1	< 0,0001 (++)
Mâle	1674	91	5,4			

dl : degré de liberté ; ++ : différence très significative

Nature et localisation des lésions observées

L'examen *ante mortem* des animaux a montré la présence d'abcès localisés dans le tissu sous-cutané et les ganglions lymphatiques superficiels. L'examen *post mortem* a révélé de nombreuses lésions superficielles et internes. En superficie, les ganglions lymphatiques étaient volumineux (2–15 cm de diamètre), et l'incision laissait s'écouler un pus épais et dense de couleur jaune verdâtre (figure 3). Au niveau interne, les poumons et le foie renfermaient des lésions circonscrites (figure 4) contenant un pus dense, caséux parfois disposé en lamelles circulaires rappelant l'aspect d'un oignon (figure 5). Vingt pour-cent de ces lésions étaient localisées dans les poumons, 7 % dans le foie, et 7 % dans les ganglions médiastinaux et trachéo-bronchiques (figure 6) dont la majorité a été retrouvée chez des brebis



Figure 3 : carcasse de mouton montrant un abcès du ganglion poplité laissant couler un pus crémeux et abondant, inspectée à l'abattoir dans la région de l'Oriental au Maroc (© Kichou, 2013).



Figure 4 : abcès multiples de taille variable (0,5–2 cm de diamètre) sur les poumons d'une brebis inspectée à l'abattoir dans la région de l'Oriental au Maroc (© Kichou, 2013).

de plus de deux ans. Parmi celles-ci, environ 80 % avaient des abcès pulmonaires, 13 % avaient des lésions hépatiques et 7 % avaient les deux types de lésions.

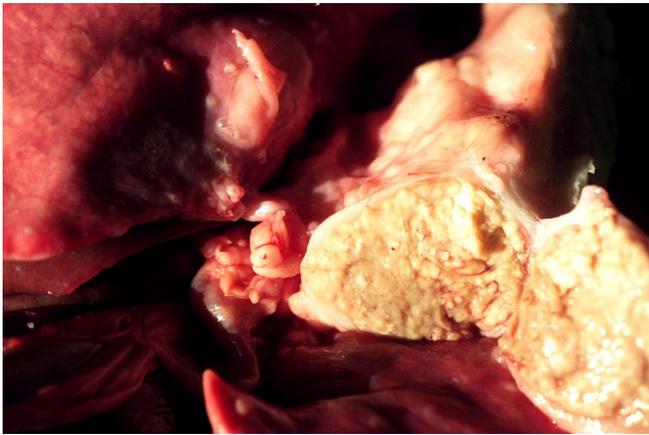


Figure 5 : abcès du ganglion médiastinal chez une brebis (de la figure 4) inspectée à l'abattoir dans la région de l'Oriental au Maroc ; pus dense et sec disposé en grumeaux remplaçant tout le parenchyme lymphoïde (© Kichou, 2013).

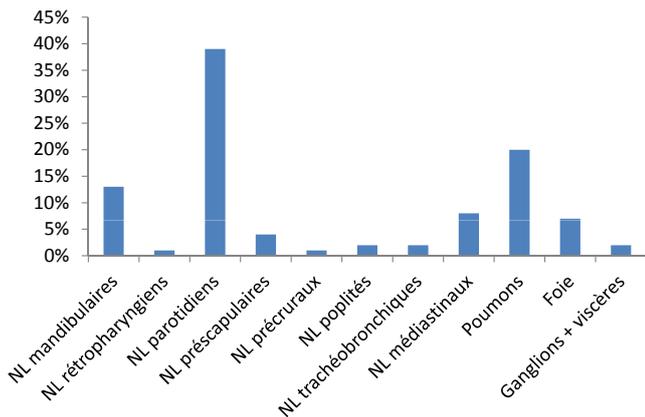


Figure 6 : fréquences de localisation des abcès dans les nœuds lymphatiques (NL) et les viscères de carcasses d'ovins inspectées à l'abattoir dans la région de l'Oriental au Maroc.

Histopathologie

L'examen histopathologique a concerné les échantillons de ganglions lymphatiques abcédés et/ou d'abcès pulmonaires prélevés sur 15 carcasses ovines.

Lésions ganglionnaires

Les ganglions lymphatiques ont montré deux types de lésions suppuratives, selon le stade évolutif. Le premier type consistait en des lésions suppurées subaiguës à chroniques, évolutives, sous forme d'abcès unique ou multiples dans 86,7 % des ganglions examinés (figure 7). Ils étaient de taille variable et généralement constitués de trois zones : a) un centre caséo-nécrotique et suppuré (figure 8) contenant des granulocytes neutrophiles, des débris cellulaires nécrotiques et de la fibrine avec parfois un dépôt de calcium ; ce magma occupait la majorité du volume de l'abcès et présentait parfois un arrangement en lamelles plus ou moins distinctes ; b) une couche cellulaire

entourant le centre nécrotico-suppuré et constituée de macrophages, de lymphocytes et de plasmocytes ; et c) une couche fibreuse qui tendait à délimiter le processus inflammatoire ; parfois, la fibrose s'étendait de façon diffuse dans le tissu lymphoïde provoquant ainsi un remplacement plus ou moins complet du parenchyme.

Le deuxième type consistait en des lésions aiguës de nécroses et de suppurations diffuses et très sévères du parenchyme lymphoïde folliculaire et parafolliculaire, aboutissant à une destruction massive de ce parenchyme dans 13,4 % des lésions observées.

Lésions pulmonaires

Les lésions pulmonaires étaient essentiellement des lésions subaiguës à chroniques correspondant à la présence de pyogranulomes multiples évolutifs, similaires à ceux décrits pour les ganglions, mais en général de taille plus petite et beaucoup plus nombreux et plus délimités (figure 9). Ils étaient constitués également de trois zones (figure 10).

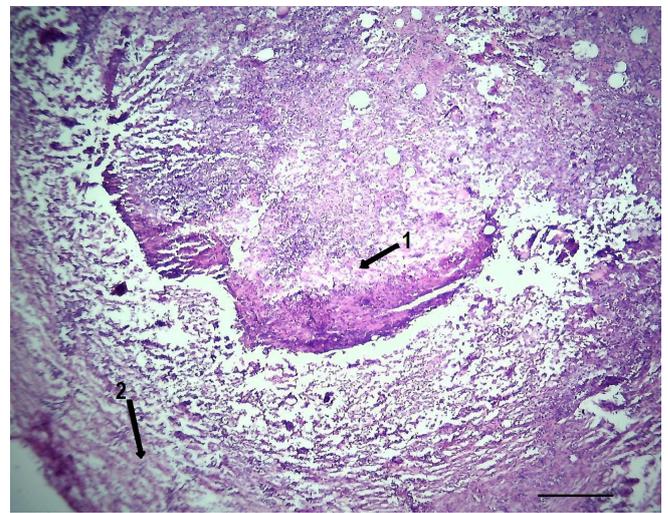


Figure 7 : coupe histologique d'un nœud lymphatique parotidien dont le tissu lymphoïde folliculaire et parafolliculaire se trouve complètement remplacé par un abcès au centre nécro-suppuré (flèche 1) et entouré d'une coque fibreuse (flèche 2). Hématoxyline et éosine ; bar 330 µm (© Kichou, 2015).

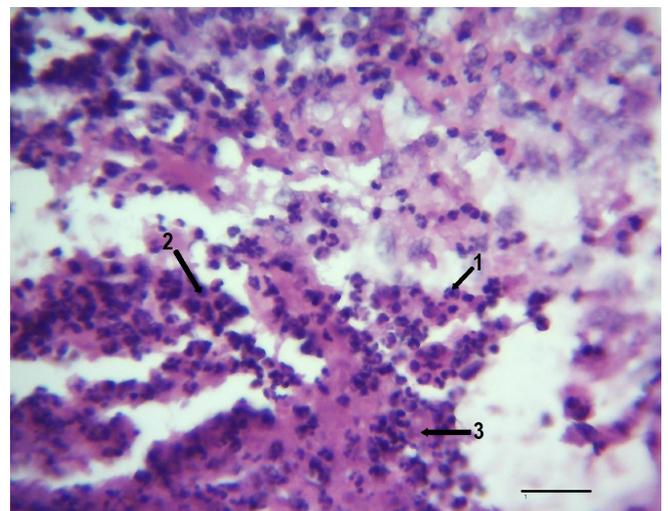


Figure 8 : centre nécro-purulent d'abcès de nœud lymphatique parotidien (de la figure 7) plein de polynucléaires neutrophiles (flèches 1 et 2) et de débris fibrino-nécrotiques (flèche 3). Hématoxyline et éosine ; bar 30 µm (© Kichou, 2015).

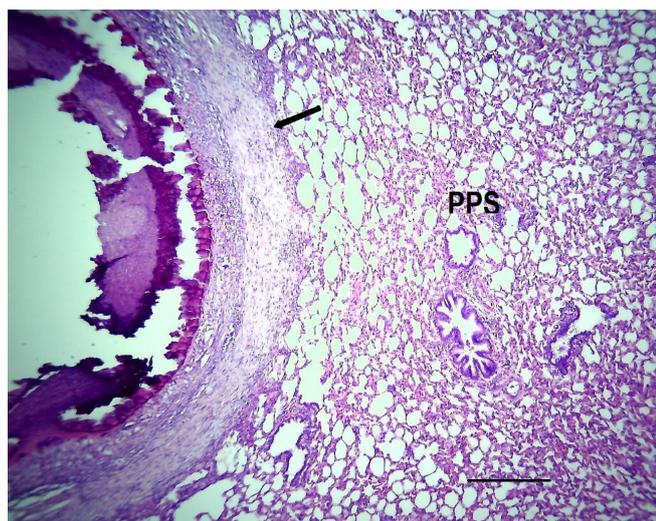


Figure 9 : coupe histologique de poumon de brebis ; pyogranulome (flèche) caractéristique incrusté dans le parenchyme pulmonaire sain (PPS). Hématoxyline et éosine ; bar 370 μm (© Kichou, 2015).

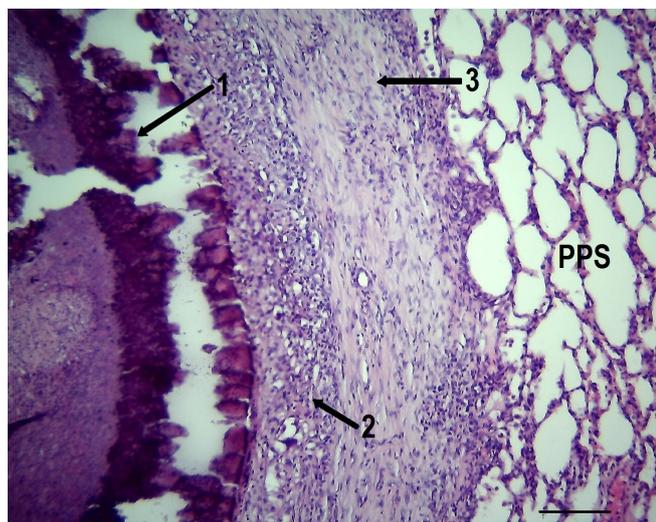


Figure 10 : coupe histologique de poumon de brebis (fort grossissement de la figure 9) ; pyogranulome incrusté dans le parenchyme pulmonaire sain (PPS) et constitué d'un centre nécro-suppuré calcifié (flèche 1), entouré d'une couche lympho-plasmocytaire et macrophagique (flèche 2) et d'une coque fibreuse (flèche 3). Hématoxyline et éosine ; bar 120 μm (© Kichou, 2015).

DISCUSSION

Analyse épidémiologique

Dans la région étudiée, une prévalence individuelle globale de 24 % de la LC a été enregistrée. Aussi, pratiquement 100 % des élevages enquêtés étaient affectés par les abcès cutanés et ganglionnaires. Cette prévalence entre élevages est très élevée, comparée à celles décrites dans d'autres pays, notamment 5–63 % au Royaume-Uni (Baird et Malone, 2005 ; Malone et al., 2005), 80 % en Egypte (Mubarak et al., 1999), et 74–88 % en Australie occidentale (Pépin et al., 1994 ; Paton et al., 2003).

La prévalence moyenne des abcès estimée au sein des élevages affectés était de 28 % et à l'abattoir de 16 %. Ces prévalences sont plus

élevées que celles rapportées en Algérie, en Egypte et en Jordanie où elles sont respectivement de 8,9, 6,7–19,2 et 15,7 % dans les élevages, et de 0, 12,5, et 5,2 % à l'abattoir (Al-Gaabary et al., 2009 ; Alloui et al., 2009 ; Mubarak et al., 1999 ; Oreiby et al., 2014). La prévalence réelle estimée dans les troupeaux pouvait être plus élevée car, sur les 3976 carcasses inspectées à l'abattoir, 36 % présentaient uniquement des lésions internes. Cela signifie que la prévalence mesurée dans les élevages était sous-estimée étant donné que seules les lésions externes étaient détectables lors du suivi clinique. Cette situation serait similaire à celle rapportée en Arabie Saoudite (Al-Qarawi, 2005) et en Angleterre (Malone et al., 2005).

La LC provoque des pertes économiques importantes dans l'Orient. En affectant notamment les moutons engraisés destinés à la fête de l'Aïd Al Adha, elle compromet le revenu des éleveurs. En Australie, les pertes se chiffrent en millions de dollars chaque année et résultent d'une diminution de la croissance, de la fertilité, de la production de laine et de lait, ainsi que des pertes dues aux saisies des carcasses et à la dévaluation des peaux (Paton et al., 1994 ; Pépin, 2003 ; Windsor, 2011).

La forte prévalence notée dans la présente étude pourrait s'expliquer par le mode d'élevage essentiellement extensif pratiqué dans la région. Ainsi, les animaux sont exposés à plusieurs facteurs favorisant la transmission et la dissémination de cette infection, comme le partage des parcours par différents troupeaux, et l'existence de plantes et de buissons épineux qui peuvent provoquer des effractions cutanées chez les animaux. D'autres facteurs peuvent également être incriminés, comme l'a montré l'analyse des facteurs de risque, notamment l'utilisation d'abreuvoirs métalliques, la densité élevée d'animaux et le manque d'hygiène. C'étaient, en effet, les facteurs qui prédisposaient le plus à la contamination et à la dissémination des abcès dans les élevages étudiés. Ce même constat a été rapporté par d'autres auteurs (Blood et al., 1994 ; Pépin, 2003 ; Windsor, 2011). Ainsi, toute mesure prophylactique visant à diminuer l'incidence de la maladie devrait *a priori* passer par la réduction de ces facteurs de risque.

Les enclos ou les bergeries ont des superficies très réduites avec des densités d'animaux très élevées. C'est particulièrement le cas de la province d'Oujda avec une densité de 2,5 têtes/m², ce qui augmente le risque de contamination, comme cela a été rapporté par Pépin et al. (1991) et Windsor (2011). Les équipements d'élevage sont souvent traumatisants, ce qui facilite l'inoculation des germes. Aussi, la tonte est un facteur favorisant la contamination à cause des blessures provoquées en l'absence totale de désinfection du matériel et d'antiseptie. Seulement 2 à 6 % des éleveurs isolaient et traitaient les animaux affectés, et 7 % utilisaient le vide sanitaire. Ceci a des conséquences directes sur la persistance et la propagation de la maladie au sein des élevages (Pépin et al., 1991 ; Windsor, 2011). Les abcès ouverts représentent la principale source de matières virulentes, la principale voie de pénétration des bactéries étant tégumentaire (Pépin, 2003).

Une différence significative a été observée entre les prévalences moyennes relevées dans les abattoirs. En revanche la différence n'était pas évidente entre les provinces de l'Orient en termes de prévalences estimées dans les élevages où le mode de conduite des troupeaux était relativement identique. La différence entre les abattoirs pourrait s'expliquer par le fait que l'abattoir municipal d'Oujda, grande agglomération urbaine avec la prévalence la plus faible (5,9 %), reçoit des animaux d'autres régions du Maroc moins affectées par la maladie.

Bien que la différence n'ait pas été significative entre les proportions d'animaux jeunes et adultes affectés au niveau des élevages, la prévalence de la maladie a semblé augmenter avec l'âge. En effet, dans les abattoirs, en raison d'une meilleure détection des abcès, les animaux âgés de plus de quatre ans étaient significativement plus affectés (16,9 %). Cette même tendance a été rapportée par Girones et al.

(1992) et expliquée par l'exposition répétée à laquelle sont soumis les ovins de cette catégorie, notamment suite à la tonte (Blood et al., 1994 ; Paton et al., 1988).

Aspects cliniques et lésionnels

Les lésions observées à l'examen clinique étaient essentiellement des hypertrophies ganglionnaires et des abcès sous-cutanés ouverts ou non. Leur incision laissait s'écouler un pus épais jaunâtre à verdâtre, ressemblant à ce qui a été décrit par plusieurs auteurs et, dans certains cas, rappelant l'aspect d'un oignon, caractéristique des abcès de la LC (Batey, 1986 ; Buxton et Fraser, 1984 ; Pépin et al., 1999 ; Sayed et al., 1995).

Ces abcès ont une nette tendance à survenir dans les mêmes régions du corps : tête et région préscapulaire, tête et mamelle, mais aussi tête, flancs et membres. Ceci peut être expliqué par le mode de pénétration des germes à la suite d'effractions cutanées. Les localisations à la tête et dans la région préscapulaire sont les plus fréquemment rencontrées (79 % des élevages), probablement du fait qu'elles sont plus exposées aux traumatismes et par conséquent aux infections, lors de l'abreuvement, de la prise des repas ou des opérations de tonte (mangeoires et abreuvoirs métalliques, et ciseaux de tonte).

La majorité des lésions internes se trouvait dans les poumons (80,7 % des cas), suggérant qu'une transmission aérienne est possible. Des chiffres comparables ont été rapportés en Arabie Saoudite (Al-Qarawi, 2005), en Hollande (Shreuder et al., 1986) et en Angleterre (Malone et al., 2005 ; Smith, 1981). En majorité ces abcès étaient d'évolution subaiguë à chronique, et localisés dans les ganglions, les poumons et le foie. Les lésions microscopiques observées étaient caractéristiques des abcès induits par *Corynebacterium pseudotuberculosis* chez les ovins (Euzéby, 1999 ; Jensen, 1974 ; Pépin, 2003). Cependant, ces lésions pouvaient aussi être causées par *Staphylococcus aureus* subsp. *anaerobius* (Euzéby, 1999 ; Moller et al., 2000 ; Sayed et al., 1995). Des lésions de nécrose et de suppuration diffuses et sévères observées dans 13,3 % des cas reflétaient un pouvoir pathogène marqué des germes responsables (De La Fuente et al., 1985 ; Pépin et al., 1991 ; Pépin, 2003 ; Sayed et al., 1995). En effet, certaines souches de *C. pseudotuberculosis* et de *S. aureus* ont une virulence marquée responsable de lésions sévères de nécrose lymphocytaire (Euzéby, 1999).

Des abcès ont déjà été rapportés chez les ovins de la race D'man dans les régions du sud-est du Maroc avec une prévalence de 24,5 % (Ait Balahcen, 2000) et ont été attribués à *S. aureus* subsp. *anaerobius* (61,5 %), à *Streptococcus dysgalactiae* (9,6 %), à *Actinomyces pyogenes* (7,7 %) et à *C. pseudotuberculosis* (5,6 %). En outre, des abcès ont été décrits chez le dromadaire au sud du Maroc avec une prévalence de 18 % (Ramiche, 2001), et sous forme de lésions de lymphadénite (68 % des cas) associées à *S. aureus*, *C. ulcerans*, *C. pseudotuberculosis* et/ou *Streptococcus dysgalactiae*, et de lésions cutanées (32 % des cas) liées principalement à *S. aureus*.

Les lésions observées au cours de notre étude étant similaires à celles décrites lors d'infection par *C. pseudotuberculosis* ou *S. aureus* subsp. *anaerobius*, il est nécessaire d'établir un diagnostic étiologique sûr en procédant à l'isolement et à l'identification des bactéries pathogènes à partir des abcès ganglionnaires, et à la caractérisation éventuelle de leur pouvoir pathogène. Un programme de lutte contre la maladie s'appuyant sur la prophylaxie médicale par la vaccination pourrait être envisagé (Erganiş et al., 2014 ; Moussa et al., 2014 ; Windsor, 2011) en association avec la prophylaxie sanitaire (Pépin, 2003 ; Windsor, 2011) basée essentiellement sur la lutte contre les facteurs prédisposant à l'apparition de la LC, comme l'usage de matériel traumatisant dans les élevages ovins.

REFERENCES

- Ait Balahcen M., 2000. Etude clinique et épidémiologique de la lymphadénite caséuse chez les petits ruminants dans la région de Ouarzazate. Thèse Doct. Méd. Vét., Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc, 75 p.
- Al-Gaabary M.H., Osman S.A., Oreiby A.F., 2009. Caseous lymphadenitis in sheep and goats: Clinical, epidemiological and preventive studies. *Small Rumin. Res.*, **87**: 116-121, doi: 10.1016/j.smallrumres.2009.10.008
- Alloui M.N., Kaba J., Ayachi A., Alloui N., Herhoura K., Briese A., Clauss M., Springorum A., Hartung J., 2009. Risk factors of abscess disease in sheep and goat of Batna area (Algeria). In: Sustainable animal husbandry: prevention is better than cure, Vol. 1. In: Proc. 14th Int. Congr. ISAH, Vechta, Germany, 19-23 July 2009, 297-300
- Al-Qarawi A., 2005. Physiopathological changes associated with abscesses in sheep at Al-Qassim region of Saudi Arabia. In: Proc. 6th Int. Sheep Veterinary Congress, Greece, 17-21 June 2005, 126-127
- Baird G.J., Malone F.E., 2005. Control of ovine caseous lymphadenitis based on regular ELISA testing. In: Proc. 6th Int. Sheep Veterinary Congress, Greece, 17-21 June 2005, 136-137
- Batey R.G., 1986. Lesions of the head in ovine caseous lymphadenitis (bacteria sheep). *Aust. Vet. J.*, **63** (4): 131
- Blood D.C., Henderson J.A., Radostits O.M., 1994. Veterinary Medicine, 5th Ed. Baillière Tindal, London, UK, 1763 p.
- Brugère-Picoux J., 2004. Maladie (lymphadénite) caséuse. In : maladies des moutons, 2^e éd. France agricole, Paris, France, 62-65
- Buxton A., Fraser G., 1984. Animal microbiology. In : Immunology, bacteriology, mycology, diseases of fish and laboratory methods, Vol. 1. Blackwell Science, 178-183
- D'afonseca V., Moraes P.M., Dorella F.A., Pacheco L.G.C., Meyer R., Portela R.W., Miyoshi A., Azevedo V., 2008. A description of genes of *Corynebacterium pseudotuberculosis* useful in diagnostics and vaccine applications. *Genet. Mol. Res.*, **7** (1): 252-260
- De La Fuente R., Suarez G., Schleifer K.H., 1985. *Staphylococcus aureus* subsp. *anaerobius*, the causal agent of abscess disease of sheep. *Int. J. Syst. Bacteriol.*, **35**: 99-102, doi: 10.1099/00207713-35-1-99
- Erganiş O., Hadimli H.H., Kav K., Sakmanoğlu A., Sayin Z., Pinarkara Y., 2014. Efficacies of *Corynebacterium pseudotuberculosis* vaccines against caseous lymphadenitis in mice and sheep. *Eurasian J. Vet. Sci.*, **30** (2): 72-79, doi:10.15312/EurasianJvetSci.201425922
- Euzéby J., 1999. List of prokaryotic names with standing in nomenclature. Immunology, bacteriology, mycology, diseases of sheep and laboratory methods. Blackwell Science, 178-183
- Gironés O., Simon M.C., Alonso J.L., 1992. Linfadenitis caseosa. I. Importancia econòmica-sanitaria. Etiologia, epidemiologia y patogenia. *Med. Vet.*, **9**: 135-148
- Jensen R., 1974. Caseous lymphadenitis (pseudotuberculosis). Diseases of sheep. Lea & Febiger, Philadelphia, PA, USA, 366-369
- Kichou F., Tligui N., Najjari A., Drissi M., 2003. Dominantes pathologiques chez les caprins du Nord marocain : Cas de la région de Tetouan. *Actes Inst. Agron. Vet. (Maroc)*, **23** : 73-79
- Malone F.E., Fee S.A., Kamp E.M., King D.C., Baird G.J., Reilly K.M., Murdock F.E.A., 2005. A comparison of pathological, bacteriological and serological examinations in sheep from four flocks naturally infected with caseous lymphadenitis. In: Proc. 6th Int. Sheep Veterinary Congress, Greece, 17-21 June 2005, 226-227
- Moller K., Agerholm J.S., Ahrens P., Jensen N.E., Nielsen T.K., 2000. Abscess disease, caseous lymphadenitis, and pulmonary adenomatosis in imported sheep. *J. Vet. Med B.*, **47**: 55-62
- Moussa I.M., Hessain A.M., Hemeg H.A., Selim S.A., 2014. Single-point mutation as a molecular tool for preparation of recombinant vaccine against caseous lymphadenitis. *J. Food Agric. Environ.*, **12** (2): 626-629
- Mubarak M., Bastawrows A.F., Abdel-Hafeez M.M., Ali M.M., 1999. Caseous lymphadenitis of sheep and goats in Assiut farms and abattoirs. *Asst. Vet. Med. J.*, **42**: 89-112

- Oreiby A.F., Hegazy Y.M., Osman S.A., Ghanem Y.M., Al-Gaabary M.H., 2014. Caseous lymphadenitis in small ruminants in Egypt. Clinical, epidemiological and prophylactic aspects. *Tierärztl. Prax.*, **42** (G): 271-277
- Paton M.W., Mercy A.R., Sutherland S.S., Ellis T.M., 1988. The influence of shearing and age on the incidence of caseous lymphadenitis in Australian sheep flocks. *Acta Vet. Scand.*, **84** (suppl.): 101-103
- Paton M.W., Rose I.R., Hart R.A., Sutherland S.S., Mercy A.R., Ellis T.M., Dhaliwal J.A., 1994. New infection with *Corynebacterium pseudotuberculosis* reduces wool production. *Aust. Vet. J.*, **71**: 47-49, doi: 10.1111/j.1751-0813.1994.tb06152
- Paton M.W., Walker S.B., Rose I.R., Watt G.F., 2003. Prevalence of caseous lymphadenitis and usage of caseous lymphadenitis vaccines in sheep flocks. *Aust. Vet. J.*, **81**: 91-95, doi : 10.1111/j.1751-0813.2003.tb11443
- Pépin M., 2003. La lymphadénite caséuse. In : Principales maladies infectieuses et parasitaires du bétail – Europe et régions chaudes. Tome 2 : Maladies bactériennes, mycoses et maladies parasitaires (coord. Lefèvre P.-C., Blancou J., Chermette R.). Editions Tec & Doc, Lavoisier, Cachan, France, 1007-1019
- Pépin M., Fontaine J.J., Pardon P., Marly J., Parodi A.L., 1991. Histopathology of the early phase during experimental *Corynebacterium pseudotuberculosis* infection in lambs. *Vet. Microbiol.*, **29** (2): 123-134, doi: 10.1016/0378-1135(91)90120-5
- Pépin M., Pardon P., Marly J., Lantler F., 1988. *Corynebacterium pseudotuberculosis* infection in adult ewes by inoculation in the external ear. *Am. J. Vet. Res.*, **49**: 459-463
- Pépin M., Paton M., Hodgson L.M., 1994. Pathogenesis and epidemiology of *Corynebacterium pseudotuberculosis* infection in sheep. *Curr. Trop. Vet. Res.*, **1**: 63-82
- Pépin M., Sanchis R., Paton M., 1999. La lymphadénite caséuse des ovins et des caprins. *Point. Vét.*, **30** : 33-40
- Ramiche A., 2001. Etude des abcès superficiels chez le dromadaire (*Camelus dromedarius*) dans le sud du Maroc. Thèse Doct. Méd. Vét., Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc, 140 p.
- Sayed A.M., Abdel-Fattah A.M., Manaa A.M., 1995. Caseous lymphadenitis of sheep in Assiut governorate: disease prevalence, lesion distribution, and bacteriological. *Assiut Vet. Med. J.*, **33**: 88-92
- Shreuder B.E.C., Ter Laak E.A., Griesen H.W., 1986. An outbreak of caseous lymphadenitis in dairy goats: First report of the disease in the Netherlands. *Vet. Q.*, **8**: 61-67, doi: 10.1080/01652176.1986.9694019
- Smith M.C., 1981. Caprine dermatology problems: a review. *J. Am. Vet. Med. Ass.*, **178**: 724
- Windsor P.A., 2011. Control of caseous lymphadenitis. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.*, **27**: 193-202, doi: 10.1016/j.cvfa.2010.10.019

Summary

Kichou F., Mechaal A., Bouslikhane M., Kadiri A., Zro K., Berrada J. Risk factors and clinical and lesion characteristics of caseous lymphadenitis or abscess disease in sheep in Morocco

The aims of this study were to determine the prevalence and risk factors of caseous lymphadenitis in sheep in the Oriental region in Morocco, and to determine its clinical and lesion characteristics. Surveys were conducted in different provinces of the region. They focused on 6376 animals in 107 farms. In addition, search for lesions, and lymph node and abscess collection for histopathological examination were performed in five slaughterhouses of the region. The results showed that almost 100% of the farms (106 out of 107) were affected by caseous lymphadenitis. The overall individual prevalence of the disease was 24%, and the average prevalence in farms and slaughterhouses were 28 and 16%, respectively. Besides the poor hygiene and high density of sheep in houses, use of traumatic equipment (metal feeders, drinkers and fences) seemed to be the main factor that lead to the spread of abscesses between animals of a same herd. Superficial abscesses, open or not, surrounded by enlarged lymph nodes were present in all affected animals. The location of the lesions varied but about 79% of them were located in the head or the neck. Histopathological examination of lymph nodes revealed two types: active abscesses (87%), and lesions of diffuse and severe necrosis and suppuration of the lymphoid tissues (13%). In the lungs, abscesses were well defined and circumscribed.

Keywords: sheep, caseous lymphadenitis, abscess, risk factor, histopathology, epidemiology, Morocco

Resumen

Kichou F., Mechaal A., Bouslikhane M., Kadiri A., Zro K., Berrada J. Factores de riesgo y características clínicas y de las lesiones de linfadenitis caseosa o enfermedad de los abscesos en ovejas en Marruecos

Los objetivos del presente estudio fueron de determinar la prevalencia y los factores de riesgo de la linfadenitis caseosa en ovejas en la región oriental en Marruecos, y determinar las características clínicas y de las lesiones. Se llevaron a cabo encuestas en diferentes provincias de la región. Se enfocaron en 6376 animales en 107 fincas. Adicionalmente, se llevaron a cabo búsquedas de lesiones, y colecta de linfonodos y de abscesos para examen histopatológico en cinco mataderos de la región. Los resultados muestran que casi 100% de las fincas (106 de 107) se vieron afectadas por la linfadenitis caseosa. La prevalencia individual general de la enfermedad fue de 24% y la prevalencia promedio en fincas y mataderos fue de 28 y 16% respectivamente. Aparte de la poca higiene y alta densidad de ovejas en las casas, el uso de equipo traumático (comederos, bebederos y cercas de metal) pareció ser el principal factor que llevo a la diseminación de abscesos entre los animales de un mismo hato. Abscesos superficiales, abiertos o no, con linfonodos agrandados, estaban presentes en todos los animales. La localización de las lesiones varió, pero alrededor de 79% estaban localizadas en la cabeza o el cuello. El examen histopatológico de los linfonodos reveló dos tipos: abscesos activos (87%) y lesiones de necrosis difusa y severa y supuración de los tejidos linfoides (13%). En los pulmones, los abscesos estaban bien definidos y circunscritos.

Palabras clave : ovino, linfadenitis caseosa, absceso, factor de riesgo, histopatología, epidemiología, Marruecos

Corrélation des taux de cortisol dans le sérum, les poils et les fèces chez le dromadaire (*Camelus dromedarius*)

Rita Bargaâ¹ Islah Lektib¹ Youssef Chakir¹
Najia El Abbadi² Abdarraahmane Belhouari¹
Abdarrahman Hammoumi³ Mohamed Farh¹
El-Hassane Tahri¹ Fouad Riad¹ Mohammed El Mzibri²
Mohammed El Khasmi^{1*}

Mots-clés

Camelus dromedarius,
hydrocortisone, fèces, poils, sérum
sanguin, stress, Maroc

Submitted: 31 March 2016
Accepted: 22 August 2016
Published: 26 October 2016

Résumé

Alors que cela a été réalisé chez de nombreuses autres espèces de mammifères, chez le dromadaire, l'évaluation du taux de cortisol a été très rarement décrite dans les fèces, et elle ne l'a jamais été dans les poils. L'objectif de cette étude a ainsi été de déterminer, chez cet animal, les taux de cortisol dans le sérum, les poils et les fèces, et leurs éventuelles corrélations. Les résultats ont montré que le taux de cortisol variait avec la saison et qu'il était significativement ($p < 0,05$) plus élevé en janvier qu'en mai/juin. Une corrélation positive entre les taux sériques et ceux déterminés dans les poils et les fèces a été notée. Cette corrélation indique que l'analyse du cortisol dans les poils et les fèces reflète l'activité de la corticosurrénale et pourrait être utilisée comme une méthode non-invasive pour évaluer le stress chez le dromadaire.

■ Pour citer cet article : Bargaâ R., Lektib I., Chakir Y., El Abbadi N., Belhouari A., Hammoumi A., Farh M., Tahri E.H., Riad F., El Mzibri M., El Khasmi M., 2016. Corrélation between cortisol levels in serum, hair and feces in the dromedary camel (*Camelus dromedarius*) [in French]. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **69** (2): 87-91

■ INTRODUCTION

Dans le Sud marocain, comme dans de nombreuses régions arides et semi-arides, l'importance du dromadaire sur les plans économique et social est indiscutable. Son élevage, majoritairement de type pastoral extensif, constitue la source principale de revenus des populations de ces régions.

L'excès de stress est considéré comme un facteur limitant les performances zootechniques et pouvant favoriser l'apparition de certaines maladies. C'est pourquoi, dans le but de préserver leur bien-être et d'améliorer la qualité et la quantité de leurs productions, de nombreuses études se sont intéressées aux effets du stress sur les animaux domestiques. Ces études ont montré que le cortisol sanguin est l'indicateur le plus fiable pour évaluer le stress chez les bovins (Gupta et al., 2007), les caprins (Aoyama et al., 2005), le cheval (Fazio et al.,

2008 ; 2015) et le dromadaire (El Khasmi et al., 2010). Il a été aussi rapporté que les taux du cortisol circulant variaient chez la plupart de ces espèces avec la saison (Alila-Johansson et al., 2003 ; Baraka, 2012). Toutefois, pour analyser les biomarqueurs du stress dans le sang, l'animal est souvent stressé par les procédures de prélèvements sanguins. C'est pour éviter le biais du stress lié au prélèvement sanguin lui-même que le cortisol ou les métabolites des corticoïdes ont été mesurés dans la salive (Majchrzak et al., 2015), les poils (Moya et al., 2013) et les matières fécales (Möstl et Palme, 2002) chez de nombreuses espèces de mammifères domestiques. A notre connaissance, de telles analyses du cortisol ont été très rares chez le dromadaire dans la salive et les fèces, et inexistantes dans les poils. L'objectif de notre recherche a donc été de déterminer les valeurs du cortisol dans le sérum, les poils et les fèces chez le dromadaire à deux périodes distinctes. Une corrélation entre cortisolémie et taux de cortisol fécal et pileaire a également été recherchée.

■ MATERIEL ET METHODES

Conditions météorologiques

Les moyennes mensuelles de la température ambiante et de l'humidité relative, enregistrées vers 7 heures du matin à Casablanca au cours de cette étude, ont été respectivement de 9–11 °C et 81–90 % en janvier, et de 16–19 °C et 74–88 % en mai/juin. Durant ces deux périodes, la vitesse du vent a fluctué entre 7 et 8 km/h.

1. Laboratoire de physiopathologie et génétique moléculaire, Faculté des sciences Ben M'Sik, Université Hassan II, PB 7955 Sidi Othmane, Casablanca, Maroc.
2. Unité de radio-immuno-analyse /Division des sciences du vivant, Cnesten, Rabat, Maroc.
3. Laboratoire de microbiologie, pharmacologie, biotechnologie et environnement, Faculté des sciences Ain-Chock, Université Hassan II, Casablanca, Maroc.

* Auteur pour la correspondance

Tél. : +212 6 70 40 09 94 ; fax : +212 5 22 70 46 75

Email : elkhasmimohammed@gmail.com



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

Animaux

L'étude a été conduite sur 20 dromadaires (*Camelus dromedarius*) mâles (10 en janvier et 10 en mai/juin) provenant d'élevages semi-extensifs de la région d'Essaouira et destinés à l'abattage aux abattoirs municipaux de Casablanca au Maroc. Ces animaux, âgés de trois à huit ans et pesant 280 à 340 kilogrammes, ont été sélectionnés à leur arrivée à l'abattoir en fonction de leur état corporel et des bonnes conditions de leur transport. Ils étaient en bonne santé apparente.

Prélèvements du sang, des poils et des fèces

Les prélèvements ont été réalisés vers 7 heures du matin en janvier et en mai/juin. Le sang a été prélevé dans des tubes secs, et les échantillons fécaux ont été collectés (trois à quatre crottes) dans des flacons stériles en plastique, juste après défécation spontanée. Les échantillons de poils ont été prélevés à l'aide de ciseaux le plus près possible de la peau au niveau de la bosse, puis ont été mis dans des sacs en plastique. Le sang, les poils et les fèces ont été transportés dans des conditions aseptiques, dans une glacière à 4 °C, de l'abattoir au laboratoire de physiopathologie et génétique moléculaire de la Faculté des sciences Ben M'Sik à Casablanca. Les poils et les fèces ont été conservés à -20 °C jusqu'à l'extraction du cortisol. Le sang a été centrifugé à 4000 tours/min pendant 10 minutes, et le sérum a été réparti en aliquotes puis stocké à -20 °C jusqu'au dosage du cortisol.

Extraction du cortisol dans les poils

Les poils, mélangés à 10 ml de méthanol à 80 %, ont été lavés par agitation manuelle à trois reprises dans des tubes en verre, à chaque fois pendant trois minutes, puis séchés à l'air. Ils ont ensuite été coupés à l'aide de ciseaux en une fine poudre. L'extraction du cortisol a été réalisée selon la procédure décrite par Davenport et al. (2006), légèrement modifiée : 300 mg de poudre ont été mis dans des tubes en verre avec 6 ml de méthanol à 80 %, vortexés, puis placés dans un bain chaud à 80 °C pendant 20 minutes. Après centrifugation à 4500 tours/min pendant cinq minutes, le surnageant a été récupéré. Cette procédure (homogénéisation par vortex, bain chaud, centrifugation) a été répétée à trois reprises sur le culot de la centrifugation précédente. Après évaporation, à sec et sous vide dans un évaporateur rotatif à 40 °C, du solvant contenu dans le mélange des surnageants des quatre centrifugations, le résidu obtenu a été concentré par une nouvelle évaporation dans une hotte pendant 24 heures jusqu'à l'obtention d'un résidu sec qui a été remis dans 1 ml de méthanol à 80 %, puis conservé à -20 °C jusqu'au dosage du cortisol.

Extraction du cortisol dans les fèces

Les échantillons fécaux ont été séchés à l'étuve à 100 °C pendant 12 heures, puis broyés en une poudre fine. Les particules dont le diamètre était supérieur à 2 mm ont été éliminées. L'extraction du cortisol fécal a été réalisée selon la procédure, modifiée, décrite par Palme et al. (1998) : 300 mg de poudre fécale ont été mis dans un tube en verre avec 4 ml de méthanol à 80 %, vortexés, puis incubés à 90 °C pendant 15 minutes. Le surnageant a été récupéré après centrifugation à 4500 tours/min pendant 15 minutes. Comme avec les poils, le culot a subi ce traitement à trois autres reprises (homogénéisation par vortex, incubation à 90 °C, centrifugation, récupération du surnageant), puis le surnageant global des quatre extractions a subi les mêmes deux évaporations jusqu'à l'obtention d'un résidu sec. Ce dernier a été mélangé à 1 ml de méthanol à 80 %, puis conservé à -20 °C jusqu'à l'analyse du cortisol.

Dosage du cortisol

Le cortisol a été analysé par radio-immunologie dans le sérum, les poils et les fèces au Centre national de l'énergie des sciences et

techniques nucléaires de Maâmoura, en utilisant des kits commercialisés (DIA-source Immunoassays, Nivelles, Belgique). Des travaux antérieurs ont montré que ces kits étaient efficaces pour le dosage du cortisol chez le dromadaire (El Khamsi et al., 2010). La validation des dosages a été faite, dans les limites de détection, par le calcul de l'exactitude et de la précision (coefficients intra- et inter-essais de variation).

Analyses statistiques

Les résultats ont été présentés sous la forme « moyenne ± écart type ». La signification des différences observées entre les deux lots d'animaux (janvier et mai/juin) a été appréciée en utilisant le test t de Student. Le seuil de positivité de la valeur de la probabilité p était de 0,05. Un test paramétrique (corrélation de l'analyse de Pearson) a été effectué pour détecter des corrélations entre les taux de cortisol évalués pour chaque animal dans les différents substrats étudiés, afin d'analyser statistiquement les relations entre le cortisol sérique, fécal et pileaire.

RESULTATS

En moyenne, les taux de cortisol dans le sérum (figure 1), les poils et les matières fécales (figure 2) ont été significativement plus élevés en janvier qu'en mai/juin (respectivement $66,01 \pm 13,19$ vs $25,71 \pm 6,71$; $0,93 \pm 0,26$ vs $0,61 \pm 0,08$ et $2,74 \pm 0,14$ vs $1,42 \pm 0,35$; $p < 0,05$). Par ailleurs, l'analyse des corrélations entre les taux de cortisol déterminés, pour chaque animal, dans les trois types d'échantillons étudiés (sérum, poils et matières fécales) a montré que, pour chacune des périodes de prélèvement (janvier et mai/juin), les taux étaient positivement corrélés entre eux (tableau I).

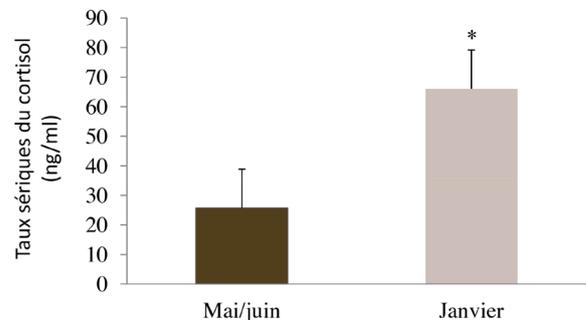


Figure 1 : taux sériques (moyenne ± écart-type) du cortisol chez le dromadaire ; n = 10 lors de chaque échantillonnage ; * $p < 0,05$.

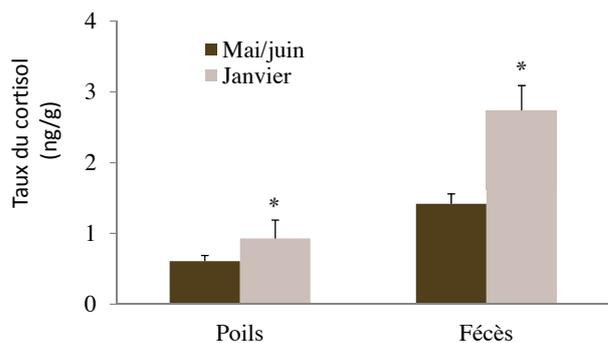


Figure 2 : taux de cortisol dans les poils et les fèces (moyenne ± écart-type) chez le dromadaire ; n = 10 lors de chaque échantillonnage ; * $p < 0,05$.

Tableau I

Coefficients de corrélation entre les taux individuels de cortisol estimés dans le sérum, les poils et les fèces en hiver (janvier) et en été (mai/juin) chez le dromadaire

	SE	SH	PE	PH	FE	FH
SE	1,0000		r = 0,9276 p = 0,001		r = 0,7200 p = 0,040	
SH		1,0000		r = 0,8940 p = 0,003		r = 0,7906 p = 0,019
PE			1,0000		r = 0,7200 p = 0,040	
PH				1,0000		r = 0,8989 p = 0,002

SE : sérum de mai/juin ; SH : sérum de janvier ; PE : poils de mai/juin ; PH : poils de janvier ; FE : fèces de mai/juin ; FH : fèces de janvier

■ DISCUSSION

Dans le but de rétablir l'homéostasie de l'organisme perturbé, une cascade de réponses endocriniennes et comportementales, appelées réponses au stress, s'amorce dans le cerveau et résulte en une réponse conjointe des systèmes nerveux sympathique, musculaire et endocrinien (Reeder et Kramer, 2005). Le cortisol, molécule la plus commune des glucocorticoïdes, s'est révélé être l'indicateur le plus direct et le plus fiable du stress chez les mammifères (Reeder et Kramer, 2005). Une hypercortisolémie suite à une activation de l'axe hypothalamo-hypophyso-corticosurrénalien est observée en présence de nombreux facteurs, parmi lesquels on peut citer le froid et la chaleur (Fuchs et al., 2001 ; Oberoi et al., 2007).

Chez les vertébrés, le stress a été évalué par l'analyse des hormones corticostéroïdes dans plusieurs matières telles que le sang, les fèces, les urines, la salive (Larter et Nagy, 2001 ; Van Der Staay et al., 2007 ; Saco et al., 2008) et les poils (Davenport et al., 2006). Chez le dromadaire, plusieurs travaux de recherche ont analysé le cortisol ou les métabolites des glucocorticoïdes dans le sang (Zia-ur-Rahman et al., 2007 ; Saeb et al., 2010), les urines (El Khasmi et al., 2010), les fèces (Sid-Ahmed et al., 2013) et la salive (Majchrzak et al., 2015) dans différentes situations de stress comme le transport routier et la chaleur.

Lors de cette étude, les taux de cortisol déterminés en hiver à des températures ambiantes assez basses ont été significativement plus élevés que ceux mesurés en mai/juin. La même différence a été rapportée chez la vache (Titto et al., 2013), la chèvre (Alila-Johansson et al., 2003) et l'homme (Hadlow et al., 2014). Le dromadaire possède une activité sexuelle saisonnière stimulée par les jours décroissants de la saison d'hiver (El Khasmi et al., 2011). Cette période de rut associée aux températures hivernales peut être considérée comme stressante et donc responsable de l'hypercortisolémie observée dans cette étude.

Toutefois, chez le dromadaire, une cortisolémie (ng/ml) plus élevée en été qu'en hiver a été observée par Baraka (2012) ($38,6 \pm 5,3$ vs $28,5 \pm 4,8$) et Elias et Weil (1989) ($45,0 \pm 11,9$ vs $8,0 \pm 1,3$). Cette même tendance a été rapportée chez la même espèce pour la corticostéronémie par Zia-ur-Rahman et al. (2007). Ces auteurs ont expliqué cette hyperactivité de la corticosurrénale observée en été par le stress induit par la charge thermique externe et la déshydratation corporelle consécutive aux pertes sudorales intenses, comme voie thermolytique majeure.

Chez d'autres ruminants comme les cervidés ou le chamois, on note généralement un plus fort taux de cortisol (dans les fèces) en hiver (Saltz et White, 1991 ; Huber et al., 2003 ; Dalmau et al., 2007), bien que certaines études (Bubenik et al., 1983) indiquent, comme chez le dromadaire, un résultat inverse. Ces résultats divergents pourraient être dus à des différences spécifiques, climatiques et techniques.

Les taux de cortisol dans les poils et les fèces ont été corrélés aux taux sériques lors des deux échantillonnages, alors que les taux dans ces matières ont évolué sur des pas de temps très différents (de quelques heures à quelques semaines ou mois). Le fait que les animaux aient été maintenus au repos pendant 17 heures avant prélèvement, et que celui-ci ait été fait sans stress, peut expliquer cette corrélation. La détermination des taux de cortisol dans les poils et les fèces pourrait ainsi être un biomarqueur fiable pour évaluer le stress chez le dromadaire. D'ailleurs, il a été montré chez cet animal qu'une injection intraveineuse d'hormone adrénocorticotrophique (ACTH) (0,5 mg/animal) augmentait le taux de cortisol dans le sang et celui des métabolites des glucocorticoïdes dans les fèces (Sid-Ahmed et al., 2013). Vingt-quatre heures après cette injection, le taux de cortisol passait de 0,6–10,8 à 10,9–42,2 ng/ml dans le sang, et de 286,7 à 2559,7 ng/g dans les fèces.

Chez les bovins aussi les concentrations du cortisol pileaire sont positivement corrélées aux concentrations fécales et pourraient constituer un biomarqueur fiable pour évaluer indirectement les niveaux rétrospectifs du cortisol circulant et, par conséquent, l'activité de l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien à long terme (Tallo-Parra et al., 2015). Des corrélations positives ont été rapportées entre les concentrations du cortisol sanguin et salivaire chez la brebis (Yates et al., 2010), et du cortisol dans les poils et les fèces chez le chat et le chien (Accorsi et al., 2008), et entre le cortisol urinaire et fécal chez l'homme (Sauvé et al., 2007).

L'analyse du cortisol ou des métabolites des corticoïdes dans les poils et/ou les fèces pourrait ainsi être utile pour une évaluation rétrospective fiable du stress à long terme (Davenport et al., 2006 ; Sid-Ahmed et al., 2013). C'est d'autant plus envisageable que ces échantillons sont faciles à transporter et à conserver, et que leur prélèvement minimise le stress des animaux.

REFERENCES

- Accorsi P.A., Carloni E., Valsecchi P., Viggiani R., Gamberoni M., Tamanini C., Seren E., 2008. Cortisol determination in hair and faeces from domestic cats and dogs. *Gen. Comp. Endocrinol.*, **155** (2): 398-402, doi: 10.1016/j.ygcen.2007.07.002
- Alila-Johansson A., Eriksson L., Soveri T., Laakso M.-L., 2003. Serum cortisol levels in goats exhibit seasonal but not daily rhythmicity. *Chronobiol. Int.*, **20** (1): 65-79, doi: 10.1081/CBI-120017684
- Aoyama M., Maejima Y., Keyaki S., Muroi M., Tohei A., Sugita S., 2005. Effects of androgen on plasma levels of adrenocorticotrophic hormone and cortisol during transportation in goats. *J. Vet. Med. Sci.*, **67** (11): 1109-1114, doi: 10.1292/jvms.67.1109
- Baraka T.A., 2012. Clinical evaluation of vitamin A, β -carotene, vitamin E and cortisol levels in health and selected diseases in camels (*Camelus dromedarius*) in Egypt. *J. Am. Sci.*, **8** (15): 106-111

- Bubenik G.A., Bubenik A.B., Schams D., Leatherland J.F., 1983. Circadian and circannual rhythms of LH, FSH, testosterone (T), prolactin, cortisol, T3 and T4 in plasma of mature, male white-tailed deer. *Comp. Biochem. Physiol. A*, **76** (1): 37-45, doi: 10.1016/0300-9629(83)90289-X
- Dalmou A., Ferret A., Chacon G., Manteca X., 2007. Seasonal changes in fecal cortisol metabolites in pyrenean chamois. *J. Wildl. Manag.*, **71** (1): 190-194, doi: 10.2193/2005-492
- Davenport M.D., Tiefenbacher S., Lutz C.K., Novak M.A., Meyer J.S., 2006. Analysis of endogenous cortisol concentrations in the hair of rhesus macaques. *Gen. Comp. Endocrinol.*, **147** (3): 255-261, doi: 10.1016/j.ygcen.2006.01.005
- Elias E., Weil S., 1989. Serum cortisol levels in camels (*Camelus dromedarius*) during the reproductive cycle. *Comp. Biochem. Physiol. A*, **94** (4): 787-790, doi: 10.1016/0300-9629(89)90634-8
- El Khasmi M., Riad F., Safwate A., Tahri E.H., Farh M., El Abbadi N., Coxam V., Faye B., 2010. Effects of preslaughter stress on meat quality and phosphocalcic metabolism in camels (*Camelus dromedarius*). *J. Camelid Sci.*, **3**: 33-38
- El Khasmi M., Riad F., Safwate A., Tahri E.H., Farh M., El Abbadi N., Coxam V., Faye B., 2011. Circulating levels of 25-Hydroxyvitamin D and testosterone during the rutting and non-rutting periods in Moroccan dromedary camels (*Camelus dromedarius*). *Emir. J. Food Agric.*, **23** (4): 368-374
- Fazio E., Medica P., Cravana C., Ferlazzo A., 2008. Effects of competition experience and transportation on the adrenocortical and thyroid responses of horses. *Vet. Rec.*, **163** (24): 713-716, doi: 10.1136/vr.163.24.713
- Fazio E., Medica P., Cravana C., Pellizzotto R., Fragalà S., Ferlazzo, A., 2015. Dynamics of total and free iodothyronines of jumping horses on the responses to competition and transport. *J. Equine Vet. Sci.*, **35** (1): 49-53, doi: 10.1016/j.jevs.2014.11.006
- Fuchs E., Flügge G., Ohl F., Lucassen P., Vollmann-Honsdorf G.K., Michaelis T., 2001. Psychosocial stress, glucocorticoids, and structural alterations in the tree shrew hippocampus. *Physiol. Behav.*, **73** (3): 285-291, doi: 10.1016/S0031-9384(01)00497-8
- Gupta S., Earley B., Crowe M.A., 2007. Effect of 12-hour road transportation on physiological, immunological and haematological parameters in bulls housed at different space allowances. *Vet. J.*, **173** (3): 605-616, doi: 10.1016/j.tvjl.2006.03.002
- Hadlow N.C., Brown S., Wardrop R., Henley D., 2014. The effects of season, daylight saving and time of sunrise on serum cortisol in a large population. *Chronobiol. Int.*, **31** (2): 243-251, doi: 10.3109/07420528.2013.844162
- Huber S., Palme R., Zenker W., Möstl E., 2003. Non-invasive monitoring of the adrenocortical response in red deer. *J. Wildl. Manag.*, **67**: 258-266, doi: 10.2307/3802767
- Larter N.C., Nagy J.A., 2001. Overwinter changes in the urine chemistry of muskoxen from Banks Island. *J. Wildl. Manag.*, **65** (2): 226-234, doi: 10.2307/3802901
- Majchrzak Y.N., Mastromonaco G.F., Korver W., Burness G., 2015. Use of salivary cortisol to evaluate the influence of rides in dromedary camels. *Gen. Comp. Endocrinol.*, **211**: 123-130, doi: 10.1016/j.ygcen.2014.11.007
- Möstl E., Palme R., 2002. Hormones as indicators of stress. *Domest. Anim. Endocrinol.*, **23** (1-2): 67-74, doi: 10.1016/S0739-7240(02)00146-7
- Moya D., Schwartzkopf-Genswein K.S., Veira D.M., 2013. Standardization of a non-invasive methodology to measure cortisol in hair of beef cattle. *Livest. Sci.*, **158** (1-3): 138-144, doi: 10.1016/j.livsci.2013.10.007
- Oberoi S., Ahmed R.S., Suke S.G., Bhattacharya S.N., Chakraborti A., Banerjee B.D., 2007. Comparative effect of topical application of lindane and permethrin on oxidative stress parameters in adult scabies patients. *Clin. Biochem.*, **40** (16-17): 1321-1324, doi: 10.1016/j.clinbiochem.2007.07.011
- Palme R., Robia C., Messmann S., Möstl E., 1998. Measuring faecal cortisol metabolites: A non-invasive tool to evaluate adrenocortical activity in mammals. *Adv. Ethol.*, **33**: 27
- Reeder D.M., Kramer K.M., 2005. Stress in free-ranging mammals: integrating physiology, ecology, and natural history. *J. Mammal.*, **86** (2): 225-235, doi: 10.1644/BHE-003.1
- Saco Y., Fina M., Giménez M., Pato R., Piedrafita J., Bassols A., 2008. Evaluation of serum cortisol, metabolic parameters, acute phase proteins and faecal corticosterone as indicators of stress in cows. *Vet. J.*, **177** (3): 439-441, doi: 10.1016/j.tvjl.2007.05.019
- Saeb M., Baghshani H., Nazifi S., Saeb S., 2010. Physiological response of dromedary camels to road transportation in relation to circulating levels of cortisol, thyroid hormones and some serum biochemical parameters. *Trop. Anim. Health Prod.*, **42** (1): 55-63, doi: 10.1007/s11250-009-9385-9
- Saltz D., White G.C., 1991. Urinary cortisol and urea nitrogen responses to winter stress in mule deer. *J. Wildl. Manag.*, **55** (1): 1-16, doi: 10.2307/3809235
- Sauvé B., Koren G., Walsh G., Tokmakejian S., Van Uum S.H.M., 2007. Measurement of cortisol in human hair as a biomarker of systemic exposure. *Clin. Investig. Med.*, **30** (5): E183-E191
- Sid-Ahmed O.E., Sanhoury A., Elwaseela B.E., Fadlallah I., Elazhari Mohammed G.E., Möstl E., 2013. Assessment of adrenocortical activity by non-invasive measurement of faecal cortisol metabolites in dromedary camels (*Camelus dromedarius*). *Trop. Anim. Health Prod.*, **45** (6): 1453-1458, doi: 10.1007/s11250-013-0374-7
- Tallo-Parra O., Manteca X., Sabes-Alsina M., Carbajal A., Lopez-Bejar M., 2015. Hair cortisol detection in dairy cattle by using EIA: protocol validation and correlation with faecal cortisol metabolites. *Animal*, **9** (6): 1059-1064, doi: 10.1017/S1751731115000294
- Titto C.G., Negrão J.A., Titto E.A.L., Canaes T.S., Titto R.M., Pereira A.M.F., 2013. Effects of an evaporative cooling system on plasma cortisol, IGF-I, and milk production in dairy cows in a tropical environment. *Int. J. Biometeorol.*, **57** (2): 299-306, doi: 10.1007/s00484-012-0554-6
- Van Der Staay F.J., De Groot J., Van Reenen C.G., Hoving-Bolink A.H., Schuurman T., Schmidt B.H., 2007. Effects of Butafosfan on salivary cortisol and behavioral response to social stress in piglets. *J. Vet. Pharmacol. Ther.*, **30** (5): 410-416, doi: 10.1111/j.1365-2885.2007.00884.x
- Yates D.T., Ross T.T., Hallford D.M., Yates L.J., Wesley R.L., 2010. Technical note: Comparison of salivary and serum cortisol concentrations after adrenocorticotropic hormone challenge in ewes. *J. Anim. Sci.*, **88** (2): 599-603, doi: 10.2527/jas.2009-2204
- Zia-ur-Rahman, Ahmad N., Bukhari S.A., Akhtar N., Haq I.U., 2007. Serum hormonal, electrolytes and trace element profiles in the rutting and non-rutting one-humped male camel (*Camelus dromedarius*). *Anim. Reprod. Sci.*, **101** (1-2): 172-178, doi: 10.1016/j.anireprosci.2006.11.008

Summary

Bargaâ R., Lektib I., Chakir Y., El Abbadi N., Belhouari A., Hammoumi A., Farh M., Tahri E.H., Riad F., El Mzibri M., El Khasmi M. Correlation between cortisol levels in serum, hair and feces in the dromedary camel (*Camelus dromedarius*)

Unlike in many other mammals, the analysis of cortisol in camels is very rare in feces and absent in the hair. The objective of this study was thus to determine cortisol levels in serum, hair and feces in the camel, and to determine their possible correlation. The results showed that cortisol levels varied with the season and were significantly ($p < 0.05$) higher in January than in May/June. A positive correlation between the levels in serum and those analyzed in hair and feces was recorded. This correlation indicates that the analysis of cortisol in the hair and feces reflects the activity of the adrenal cortex and could be used as a non-invasive method to assess stress in camels.

Keywords: *Camelus dromedarius*, hydrocortisone, feces, hair, blood serum, stress, Morocco

Resumen

Bargaâ R., Lektib I., Chakir Y., El Abbadi N., Belhouari A., Hammoumi A., Farh M., Tahri E.H., Riad F., El Mzibri M., El Khasmi M. Correlación entre los niveles de cortisol en suero, pelo y heces en el camello promedio (*Camelus dromedarius*)

A diferencia de muchas especies de mamíferos, el análisis del cortisol en camellos es poco frecuente en heces y ausente en pelo. El objetivo del presente estudio fue el de determinar los niveles de cortisol en suero, pelo y heces en el camello, y determinar su posible correlación. Los resultados muestran que los niveles de cortisol variaron con la estación y fueron significativamente ($p < 0,05$) más elevados en enero que en mayo/junio. Se registró una correlación positiva entre estos niveles en suero y aquellos analizados en pelo y heces. Esta correlación indica que el análisis del cortisol en pelo y heces refleja la actividad de la corteza adrenal y podría ser usado como un método no invasivo para asesorar el stress en camellos.

Palabras clave: *Camelus dromedarius*, hidrocortisona, heces, pelo, suero sanguíneo, estres, Marruecos

