

Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux

Revue trimestrielle
ISSN 0035-1865

publiée
par le département d'élevage
et de médecine vétérinaire
du Centre de coopération internationale
en recherche agronomique pour le développement
Cirad, département Emvt

Directeur de la Publication : Emmanuel Camus
Rédacteur en chef : Didier Richard
Edition : Marie-Cécile Maraval-Mollard

COMITE DE LECTURE

J. Asso, E. Authié, D. Bastianelli, P. Bonnet,
J.-P. Boutonnet, J. Cabaret, Ph. Chardonnet, Y. Cognié,
C. Demarquilly, A. Diallo, Ph. Dorchies, G. Duvallet,
B. Faye, H. Guerin, A. Gueye, J.-F. Guillot, J. Itard,
J. Le Dividich, P.-C. Lefèvre, C. Le Goff, Ph. Lhoste,
G. Libeau, F. Ménissier, C. Meyer, P.-P. Pastoret,
M. Picard, J.-P. Poivey, D. Richard, G.R. Scott,
G. Tacher, F. Thiaucourt, B. Toutain, P.-L. Toutain,
G. Uilenberg

Rédaction et Publicité

Cirad, département Emvt
Campus international de Baillarguet, TA 30/B
34398 Montpellier Cedex 5, France
Téléphone : (0) 4 67 59 38 17 - Télécopie : (0) 4 67 59 37 97
revue.emvt@cirad.fr

Abonnements

Lavoisier
Pascal Pinard
14, rue de Provigny
94236 Cachan Cedex, France
(voir page 174 pour les tarifs)
abo@Lavoisier.fr
<http://www.Lavoisier.fr>

© Cirad, Montpellier, 2006
Imprimé par Jouve (France)
n° d'ordre : 396112W
Dépôt légal : mars 2006

Sommaire

PATHOLOGIE INFECTIEUSE

117-123 Peste bovine : limites de la sérologie ? Cas de la Mauritanie. Lemrabott Ould M., Elmamy Ould B., Diarra I., Baba Ould M., Bastiaensen P., Bendali F., Diop B., Kock R., Tounkara K., Bidjeh K., Thomson G., Fall M. (*en français*)

125-132 Emergence de la fièvre catarrhale ovine dans le Bassin méditerranéen et surveillance entomologique en France. Baldet T., Mathieu B., Delécolle J.C., Gerbier G., Roger F. (*en français*)

133-137 Septicémie hémorragique (*Pasteurella multocida* sérotype E:2) expérimentale chez des veaux : étude clinique, pathologique et microbiologique. Odugbo M.O., Turaki U.A., Itodo A.E., Okwori A.E.J., Yakubu R.A. (*en anglais*)

139-143 Enquête sérologique de la brucellose bovine au Cameroun. Shey-Njila O., Daouda, Nya E., Zoli P.A., Walravens K., Godfroid J., Geerts S. (*en anglais*)

145-150 Lésions et bactéries des poumons du dromadaire (*Camelus dromedarius*) à l'abattoir de Nouakchott en Mauritanie. Kane Y., Kadja M.C., Bada-Alambedji R., Bezeid O.E., Akakpo J.A., Kaboret Y. (*en français*)

PATHOLOGIE PARASITAIRE

151-157 Epidémiologie de la trypanosomose bovine dans la région du bassin de l'Abay (Nil bleu), nord-ouest de l'Éthiopie. Shimelis Dagnachew, Sangwan A.K., Getachew Abebe. (*en anglais*)

RESSOURCES ANIMALES

159-165 Analyse de systèmes de production animale à l'échelle d'un canton : cas de Boboyo dans l'Extrême-Nord Cameroun. Ziébé R., Thys E., De Deken R. (*en français*)

167-173 Organisation du travail dans des élevages familiaux lait et viande sur un front pionnier amazonien au Brésil. Etude à partir de sept enquêtes « bilan travail ». Hostiou N., Tourrand J.F., Veiga J.B. (*en français*)

175-182 Performances laitières et pondérales de la chèvre du Sahel burkinabé en régime de complémentation basé sur l'utilisation des ressources alimentaires locales. Gnanda I.B., Zoundi J.S., Nianogo A.J., Le Masson A., Meyer C. (*en français*)

183-190 Production et composition du lait de brebis : effets de l'apport de lipides protégés. Gargouri A. (*en français*)

191-196 Comparaison des races Ile-de-France et Mérinos précoce en race pure et en croisement avec la race Boujaâd au Maroc. Boujenane I. (*en français*)

Contents

INFECTIOUS DISEASES

117-123 Rinderpest: Limits of Serology? The Case of Mauritania. Lemrabott Ould M., Elmamy Ould B., Diarra I., Baba Ould M., Bastiaensen P., Bendali F., Diop B., Kock R., Tounkara K., Bidjeh K., Thomson G., Fall M. (*in French*)

125-132 Emergence of Blue Tongue in the Mediterranean Basin and Entomological Surveillance in France. Baldet T., Mathieu B., Delécolle J.C., Gerbier G., Roger F. (*in French*)

133-137 Experimental Hemorrhagic Septicemia of Calves with *Pasteurella multocida* Serotype E:2: Clinical, Pathologic and Microbiologic Studies. Odugbo M.O., Turaki U.A., Itodo A.E., Okwori A.E.J., Yakubu R.A. (*in English*)

139-143 Serological Survey of Bovine Brucellosis in Cameroon. Shey-Njila O., Daouda, Nya E., Zoli P.A., Walravens K., Godfroid J., Geerts S. (*in English*)

145-150 Lung Lesions and Bacteria of the One-Humped Camel (*Camelus dromedarius*) at Nouakchott Slaughterhouse in Mauritania. Kane Y., Kadja M.C., Bada-Alambédi R., Bezeid O.E., Akakpo J.A., Kaboret Y. (*in French*)

PARASITIC DISEASES

151-157 Epidemiology of Bovine Trypanosomosis in the Abay (Blue Nile) Basin Areas of Northwest Ethiopia. Shimelis Dagnachew, Sangwan A.K., Getachew Abebe. (*in English*)

ANIMAL RESOURCES

159-165 Analysis of Livestock Production Systems at the Subdistrict Level. Case of Boboyo in Far-North Cameroon. Ziébé R., Thys E., De Deken R. (*in French*)

167-173 Work Organization in Dairy and Beef Family Farms on an Amazonian Pioneer Front in Brazil. Study from Seven Work Assessment Surveys. Hostiou N., Tourrand J.F., Veiga J.B. (*in French*)

175-182 Dairy and Weight Performances of Burkinabe Sahelian Goats Fed a Diet Supplemented with Local Feed Resources. Gnanda I.B., Zoundi J.S., Nianogo A.J., Le Masson A., Meyer C. (*in French*)

183-190 Production and Composition of Ewe's Milk. Effects of Protected Fat Supplementation. Gargouri A. (*in French*)

191-196 Comparison of Ile-de-France and Merino Precoce Breeds as Pure Breeds and in Crossbreeding with the Boujaâd Breed in Morocco. Boujenane I. (*in French*)

Sumario

PATOLOGIA INFECCIOSA

117-123 Peste bovina: límites de la serología? El caso de Mauritania. Lemrabott Ould M., Elmamy Ould B., Diarra I., Baba Ould M., Bastiaensen P., Bendali F., Diop B., Kock R., Tounkara K., Bidjeh K., Thomson G., Fall M. (*en francés*)

125-132 Surgimiento de la fiebre catarral ovina en la Cuenca mediterránea y supervisión entomológica en Francia. Baldet T., Mathieu B., Delécolle J.C., Gerbier G., Roger F. (*en francés*)

133-137 Septicemia hemorrágica experimental en terneros con *Pasteurella multocida* serotipo E:2: estudios clínicos, patológicos y microbiológicos. Odugbo M.O., Turaki U.A., Itodo A.E., Okwori A.E.J., Yakubu R.A. (*en inglés*)

139-143 Encuesta serológica de la brucelosis bovina en Camerún. Shey-Njila O., Daouda, Nya E., Zoli P.A., Walravens K., Godfroid J., Geerts S. (*en inglés*)

145-150 Lesiones y bacterias de los pulmones del dromedario (*Camelus dromedarius*) en el matadero de Nouakchott, Mauritania. Kane Y., Kadja M.C., Bada-Alamedji R., Bezeid O.E., Akakpo J.A., Kaboret Y. (*en francés*)

PATOLOGIA PARASITARIA

151-157 Epidemiología de la tripanosomosis bovina en las zonas de la cuenca Abay (Nilo Azul) del noroeste de Etiopía. Shimelis Dagnachew, Sangwan A.K., Getachew Abebe. (*en inglés*)

RECURSOS ANIMALES

159-165 Análisis de los sistemas de producción animal a escala de un cantón: caso de Boboyo en el Extremo Norte Camerún. Ziébé R., Thys E., De Deken R. (*en francés*)

167-173 Organización del trabajo en las crías familiares de leche y carne en un frente pionero del Amazonas, en Brasil. Estudio a partir de siete encuestas reporte de trabajo. Hostiou N., Tourrand J.F., Veiga J.B. (*en francés*)

175-182 Rendimientos lecheros y ponderales de la cabra del Sahel burkinabé en régimen de suplementación basado en la utilización de recursos alimenticios locales. Gnanda I.B., Zoundi A.S., Nianogo A.J., Le Masson A., Meyer C. (*en francés*)

183-190 Producción y composición de la leche de oveja : efectos de los aportes en lípidos protegidos. Gargouri A. (*en francés*)

191-196 Comparación de razas Ile-de-France y Merino precoz en raza pura y en cruce con la raza Boujaâd de Marruecos. Boujenane I. (*en francés*)



Peste bovine : limites de la sérologie ? Cas de la Mauritanie

M. Lemrabott Ould¹ B. Elmamy Ould² I. Diarra²
M. Baba Ould¹ P. Bastiaensen^{3*} F. Bendali³
B. Diop³ R. Kock⁴ K. Tounkara⁴ K. Bidjeh⁴
G. Thomson⁴ M. Fall¹

Mots-clés

Bovin – *Phacochoerus africanus* –
Peste bovine – *Morbillivirus* – Elisa –
Mauritanie.

Résumé

Au cours d'une campagne de sérosurveillance réalisée par Remema, le réseau de surveillance mauritanien, la découverte de deux sérums positifs pour la peste bovine (RP) chez des phacochères abattus dans le sud du pays a abouti à une mini-crise qui a conduit l'OIE à suspendre en septembre 2003 le statut de pays indemne de la maladie, obligeant la Mauritanie à s'engager dans un vaste programme de surveillance du bétail et de la faune dans la même zone, afin d'apaiser l'inquiétude de la communauté internationale et des pays voisins. Les deux échantillons reconnus positifs pour le virus de la peste bovine (RPV) faisaient partie d'un lot de 28 sérums, collectés entre janvier et mars 2003, grâce à la collaboration d'agents vétérinaires et de chasseurs. Ils ont été analysés par c-Elisa au laboratoire national de Nouakchott (Cnerv), puis ils ont été re-testés par deux laboratoires de référence régionaux et le diagnostic a été définitivement confirmé par un laboratoire de référence international, l'IAH-Wrlr à Pirbright au Royaume-Uni. En outre, ces deux sérums ont aussi été positifs pour la peste des petits ruminants. Entre octobre 2003 et janvier 2004, 1 889 échantillons bovins et six nouveaux échantillons de phacochères ont été récoltés et analysés pour la RP. A l'exception de deux sérums bovins positifs, pour lesquels il a été établi qu'il existait trop de doutes sur l'intervalle d'âge recommandé (âges présumés des deux animaux : 2 et 5 ans), aucun autre cas positif n'a été rencontré dans la zone. Par conséquent, la Mauritanie a regagné son statut de pays indemne de la maladie à la session générale annuelle de l'OIE en mai 2004 (Paris, France). Les auteurs sont convaincus que la Mauritanie, déclarée indemne de la maladie en mai 2003, n'aurait pas dû perdre ce statut sur la base des deux seuls échantillons séropositifs. Des données cliniques et pathologiques additionnelles devraient être prises en compte afin d'appuyer ce type de décision. Par ailleurs, il est souligné que les données disponibles étaient insuffisantes pour justifier la conclusion d'infection récente par RPV des phacochères en Mauritanie. Trop de doutes ont persisté sur l'âge des phacochères, sur la spécificité des tests pour le sérum des phacochères et enfin sur l'interférence de la PPR dans le diagnostic posé. La présence d'anticorps chez deux phacochères a été reconnue, mais ce constat a été jugé incompatible avec les connaissances biologiques et épidémiologiques sur la répartition et la transmission du virus. Enfin, les découvertes en Mauritanie incitent à une réflexion sur l'utilité du dépistage sérologique comme outil de vérification envers l'éradication d'une maladie lorsque la prévalence estimée est égale ou inférieure à la spécificité (dans le cas des bovins seulement) du (ou des) test(s) utilisé(s) et lorsque la valeur prédictive positive devient donc très faible, d'où la nécessité d'utiliser plusieurs tests basés sur des méthodes différentes.

1. Direction de l'Élevage, Nouakchott, Mauritanie
2. Centre national pour l'élevage et la recherche vétérinaire, Nouakchott, Mauritanie
3. PACE, unité de coordination régionale, Bamako, Mali
4. PACE, unité de coordination, Nairobi, Kenya
* Auteur pour la correspondance
E-mail : patrick.bastiaensen@pacereg.org

■ INTRODUCTION

Le continent africain exécute en ce moment un vaste programme d'éradication de la peste bovine qui s'inscrit dans le cadre du Global Rinderpest Eradication Programme (Grep), visant l'éradication de la peste bovine au niveau mondial d'ici l'an 2010. Ce programme, au niveau continental hormis l'Afrique du Nord et l'Afrique australe, est coordonné par le Programme panafricain de contrôle des épizooties (Pace). Ainsi, de nombreux pays, notamment ceux de l'Afrique de l'Ouest où plus aucun cas de peste bovine n'a été déclaré depuis plus de dix ans, se sont engagés dans la démarche de l'Organisation mondiale de la santé animale (OIE) prouvant l'absence de la maladie, puis de l'infection, afin d'obtenir la reconnaissance au niveau international de statut de pays ayant éradiqué la peste bovine. L'aboutissement de ce processus se fait en plusieurs étapes successives décrites dans le *Code zoosanitaire international des animaux terrestres* de l'OIE. A ce jour, un groupe de 12 pays a déjà obtenu le statut indemne de la maladie (OIE, mai 2003 et 2004). Parmi les conditions pour pouvoir être reconnu indemne de l'infection, figure la surveillance rigoureuse et efficace (clinique et sérologique) tant sur le bétail que sur les espèces de la faune sensibles. La surveillance de la faune sauvage se base autant sur une surveillance des mortalités anormales, que sur la récolte et l'analyse sérologique des animaux (légalement abattus à la chasse ou téléoanesthésiés). C'est ainsi que lors de la surveillance sérologique active chez les phacochères en Mauritanie (saison 2003), il a été mis en évidence la présence d'anticorps antibovipeptiques chez deux animaux. La Mauritanie a communiqué les résultats à l'OIE qui a immédiatement pris la décision de suspendre le statut de pays indemne de la peste bovine à compter du 7 août 2003 (15). Le présent article a pour objet de faire le point sur cette situation épidémiologique de la Mauritanie de juin 2003 à mai 2004, et propose des éléments de discussion concernant la valeur de la sérologie dans ce genre de processus et l'éventuelle circulation du virus en Mauritanie.

■ MATERIEL ET METHODES

Faune sauvage

En Mauritanie, la surveillance de la peste bovine au niveau de la faune sauvage est organisée par le Réseau mauritanien d'épidémiologie et de surveillance des maladies animales (Remema), appuyé par Pace. Cette surveillance est standardisée par l'usage de fiches adaptées et de schémas d'acheminement de prélèvements particuliers. Le dispositif de surveillance est exécuté dans une zone constituée de trois pôles : le parc national de la Diaouling (ou *Diawling*), le poste vétérinaire de Keur Massène (ou *Keur Macène*) et le poste vétérinaire de R'Kiz, l'ensemble étant coordonné par la délégation régionale de la direction de l'élevage et de l'agriculture (DEA) de Rosso. Cette zone est frontalière avec le Sénégal, séparée de ce pays par le fleuve Sénégal. La surveillance est conduite par des agents de la DEA, en association avec les chasseurs sportifs en provenance de Nouakchott, en majorité des expatriés. En l'absence d'antilopes ou de buffles, il est reconnu que les phacochères (*Phacochoerus africanus*) sont les seuls animaux sauvages sensibles à la peste bovine en Mauritanie.

Les normes de l'OIE ne prévoient pas de protocole d'échantillonnage aléatoire en rapport avec la population, comme cela est le cas pour le bétail (8), mais stipulent que des recherches doivent être menées sur l'infection chez les espèces sauvages sensibles, lorsque celles-ci représentent des populations importantes. Des échantillonnages doivent être effectués dans tous les cas possibles. Des échantillonnages stratégiques doivent aussi être réalisés chez

les animaux domestiques des zones adjacentes à celles hébergeant de fortes populations de gibier, afin de faciliter la détection du virus dans ces populations. Les résultats doivent montrer l'absence d'infection (14).

En 2003, des abattages de phacochères (30 au total) sont intervenus sur plusieurs sites entre le 6 janvier et le 5 mars 2003 le long du fleuve Sénégal ; les deux phacochères qui ont fait l'objet de cet article ont été abattus le 6 et le 10 janvier 2003 à Nkheila (ou *N'Khaila*), près de Keur Massène et Gouer (ou *Guere*), au bord du fleuve Sénégal. L'âge des animaux a été déterminé par les pisteurs sur des bases peu objectives. Ces sites sont connus comme étant des sites de concentration de phacochères et ont été répertoriés par système de positionnement global (GPS) (figure 1). Il s'agit d'une zone de chasse autorisée, adjacente au parc national de la Diaouling.

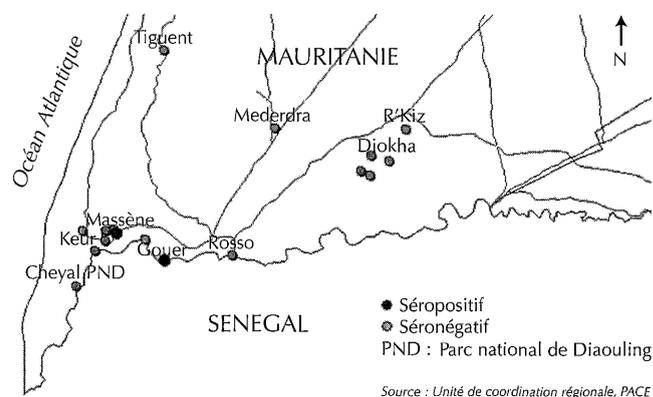


Figure 1 : région de Rosso (Sud Mauritanie). Localisation des sérums de phacochères prélevés entre janvier et mars 2003.

Bétail

Aussitôt les résultats confirmés chez les phacochères, les services vétérinaires de Mauritanie ont constitué une équipe multidisciplinaire et mené une première enquête épidémiologique du 21 au 25 juillet 2003 sur les sites des phacochères positifs. Cette mission visait la sensibilisation des autorités locales et des éleveurs et a permis d'entreprendre une recherche clinique et sérologique sur le bétail. Les résultats de cette enquête n'ont révélé aucun signe clinique évocateur de la maladie et ont permis de récolter 83 sérums bovins.

A partir d'octobre 2003, une étude épidémiologique plus approfondie a été initiée. La stratégie retenue (sérologie) a pris en compte les éléments suivants : la répartition du cheptel bovin présent en majorité dans le sud du pays, la zone Sud-Ouest (région de Trarza), le fait que la vaccination contre la RP a été arrêtée en 1998, la promiscuité du bétail et de la faune sauvage, et l'absence de signes cliniques révélateurs rapportés. Ainsi, deux zones ont été identifiées (figure 2) avec, premièrement, une zone A dans le Sud-Ouest où ont été trouvés les phacochères positifs. Cette zone couvre quatre départements de la région de Trarza, avec une dominante d'élevage laitier sédentaire. Par ailleurs, considérant le risque de la circulation du virus comme probable suite à sa mise en évidence chez les phacochères, un seuil de 2 p. 100 a été fixé comme limite de prévalence. Le nombre de bovins à prélever a par conséquent été fixé à 2 092 têtes réparties sur 60 troupeaux. Les investigations dans cette zone ont été considérées prioritaires et urgentes. Deuxièmement, une zone B a été identifiée dans le Sud et Sud-Est ; elle longe la frontière avec le Sénégal et le Mali, et l'élevage y est essentiellement transhumant.

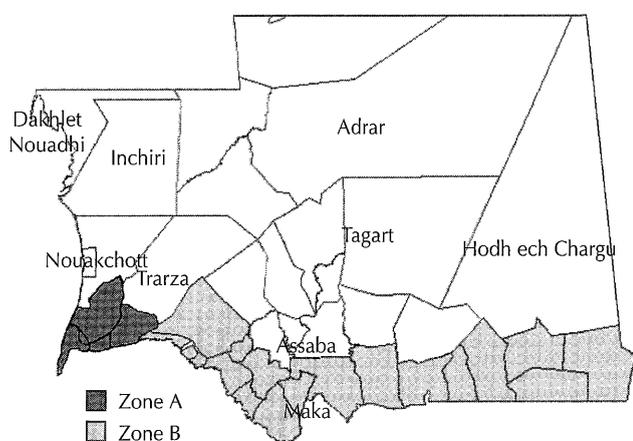


Figure 2 : zonage des enquêtes épidémiologiques entreprises à partir d'octobre 2003.

Concernant l'unité épidémiologique, en raison de l'absence d'une liste exhaustive des troupeaux et de la transhumance, un sondage a été retenu à partir de coordonnées géographiques. Une fois les points aléatoires positionnés par GPS, l'équipe s'est rendue sur le terrain en considérant comme une seule unité épidémiologique tous les animaux présents dans un rayon de 1,5 à 2 km. La dernière étape a consisté à mener l'enquête épidémiologique proprement dite avec l'examen clinique de tous les animaux du site et faire les prélèvements sérologiques des animaux éligibles (1-5 ans). Outre les points tirés au sort, il a été décidé de retenir des sites jugés à risque, tels que les points de passages aux frontières et les marchés à bétail. Au 31 janvier 2004, 1 889 sérums ont été collectés et analysés dans la zone A.

Diagnostic sérologique de la peste bovine

En accord avec les exigences de l'OIE, le premier diagnostic sérologique de la peste bovine a été réalisé par l'Elisa de compétition basé sur l'utilisation d'un anticorps monoclonal antihémagglutinine (1, 3), le seul test prescrit par l'OIE à l'époque. Dans ce test, l'anticorps monoclonal (AcM) et le sérum à tester sont additionnés simultanément à l'antigène du virus de la peste bovine (RPV) qui a servi à sensibiliser les plaques. Lors de la présence d'anticorps spécifiques dans l'échantillon, ils se fixent sur l'antigène et réduisent d'autant la réaction de l'AcM. Une telle diminution de la fixation de l'AcM se matérialise par une réduction de la réaction colorée à l'étape finale de l'Elisa et est traduite en pourcentage d'inhibition (PI). Les valeurs PI supérieures à 50 p. 100 sont considérées comme positives (12). Ce test se caractérise par une spécificité de 99,5 p. 100 mais avec une sensibilité relativement faible pour la détection d'anticorps contre les souches sauvages (6) chez le bovin. Aucune donnée bibliographique n'existe sur la fiabilité de ce test chez des animaux sauvages tels que les phacochères (9).

Les procédures de l'OIE prévoient que des sérums douteux ou positifs (au niveau du laboratoire national) soient envoyés à un laboratoire régional de référence pour confirmation et éventuellement aussi aux laboratoires internationaux de référence pour la peste bovine (IAH¹, Pirbright, Royaume-Uni ; Cirad, département Emvt², Montpellier, France). En accord avec ce principe, les premiers diagnostics sur des sérums de phacochères ont été réalisés par le Cnerv³ de Nouakchott, et les sérums positifs ont été envoyés au Lnerv⁴ de Dakar-Hann et au Lanada⁵ d'Abidjan-Bingerville. Ensuite, ils ont été envoyés au IAH de Pirbright. Les procédures au niveau des laboratoires de références comportent des analyses

discriminatoires entre peste bovine et peste des petits ruminants (Elisa), et des épreuves de séroneutralisation (SNT).

■ RESULTATS

Faune sauvage

Sur les 30 échantillons soumis au Cnerv, 28 ont été retenus comme exploitables. Ces échantillons ont été analysés par le Cnerv au cours du mois d'avril 2003. Les résultats ont indiqué deux échantillons positifs pour la RP, les échantillons identifiés n° 1 et 4 (7 p. 100). Les PI ont été respectivement de 90 et 95 p. 100. Ces 28 échantillons ont ensuite été envoyés au Lnerv de Dakar (laboratoire régional de référence) pour confirmation, puis au Lanada de Bingerville.

Le Lnerv a confirmé la positivité des échantillons n° 1 et 4 (par c-Elisa et par SNT). Le Lanada, à son tour, a confirmé la positivité des échantillons n° 1 et 4, ainsi que de l'échantillon n° 22 (par c-Elisa). La Mauritanie a informé l'OIE de cette situation le 17 juillet 2003 et a ensuite envoyé les sérums positifs au laboratoire mondial de référence pour la peste bovine de Pirbright pour confirmation. Par la même occasion, les services vétérinaires du Mali et du Sénégal ont été informés de cette situation.

Les résultats de l'analyse de Pirbright communiqués le 21 juillet 2003 n'ont pas confirmé les précédents résultats mais ont révélé la présence d'anticorps PPR. Le 6 août 2003, le directeur du Cnerv a envoyé de nouveaux sérums à Pirbright après avoir constaté une erreur sur les premiers sérums transmis. Les résultats de l'analyse de ces nouveaux sérums ont été communiqués au Cnerv le 7 août 2003 et ont confirmé les résultats de Nouakchott, Dakar et Bingerville, c'est-à-dire que les deux sérums n° 1 et 4 étaient positifs, avec des PI respectifs de 87 et 89 p. 100 (tableau I). La Mauritanie a communiqué les résultats à l'OIE le 21 août 2003 (13). Le 12 septembre 2003, l'OIE a pris la décision de suspendre le statut de pays indemne de la peste bovine à compter du 7 août 2003 (15).

Dans le cadre de recherches complémentaires, six échantillons de phacochères ont été récoltés dans la même zone en novembre 2003. Aucun de ces prélèvements ne s'est révélé positif pour la peste bovine (tableau II).

Bétail

Sur un total de 1 889 sérums bovins analysés depuis juillet 2003, deux ont été trouvés positifs (0,1 p. 100). Il concernait, d'une part, un animal âgé d'environ deux ans (taurillon), trouvé positif par le Lnerv de Dakar-Hann (PI 85 en c-Elisa). Malheureusement, il n'a pas été possible de confirmer ce résultat dans un autre laboratoire par manque de quantités suffisantes de sérum.

D'autre part, un second animal a été trouvé positif par le laboratoire national Cnerv ; il s'agissait d'une vache d'environ cinq ans. Ce résultat a été confirmé par le laboratoire international de référence (Cirad, département Emvt). La valeur des PI ont été respectivement de 90 et 76 pour le Cnerv et le Cirad. Ce même animal a présenté un résultat douteux (PI de 49 p. 100) pour la PPR (Cirad) (tableau III).

¹ Institute for Animal Health

² Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement, département d'Élevage et de médecine vétérinaire

³ Centre national d'élevage et de recherches vétérinaires

⁴ Laboratoire national de l'élevage et de recherches vétérinaires

⁵ Laboratoire national d'appui au développement agricole

Tableau I

Résultats obtenus pour les 28 premiers prélèvements de la faune sauvage (phacochères) *

Sérums	Cnerv (Nouakchott)		Lnerv (Dakar)		Lanada (Bingerville)		IAH (Pirbright)	
	PPR	RP	PPR	RP	PPR	RP	PPR	RP
	Elisa PI	Elisa PI	Titrage SNT	Elisa PI	Elisa PI	Elisa PI	Elisa PI	Elisa PI
1 pos	91	95	10	93	91	94	80	86
3	51	30	Toxique	47		46		
4 pos	85	90	0	92		86	65	87
9		4	Toxique	-22		46		
22		8		-49	4	51		
23		10	Toxique	-24	92	26		
25		12	1 280	-21	95	10		
26		16	320	-12	91	-12		

* Seuls les résultats positifs ou douteux pour un ou plusieurs des tests réalisés sont présentés

Cnerv : Centre national d'élevage et de recherches vétérinaires ; Lnerv : Laboratoire national de l'élevage et de recherches vétérinaires ; Lanada : Laboratoire national d'appui au développement agricole ; IAH : Institute for Animal Health

PPR : peste des petits ruminants

RP : peste bovine

PI : % d'inhibition (c-Elisa)

SNT : test de séroneutralisation

pos : positif

Tableau II

Synthèse pour les phacochères

	Prélèvements analysés			Laboratoires impliqués		
	Nb.	Positifs	%	National	Régional	International
Janv. – mars 2003	28	2	7,14	Cnerv	Lnerv, Lanada	IAH
Nov. 2003	6	0	0,00	Cnerv		

Cnerv : Centre national d'élevage et de recherches vétérinaires ; Lnerv : Laboratoire national de l'élevage et de recherches vétérinaires ; Lanada : Laboratoire national d'appui au développement agricole ; IAH : Institute for Animal Health

Tableau III

Détail des résultats pour les deux bovins positifs

N° sérum	Cnerv		Lnerv		Cirad / Emvt		Animal	
	c-Elisa (RP)	c-Elisa (RP)	SNT		c-Elisa (RP)	c-Elisa (PPR)	Sexe	Age
	PI	PI	RP	PPR	PI	PI		
20	—	85	1/320	1/20	—	—	Mâle	2 ans
D03	90	—	—	—	76	49	Fem.	5 ans

Cnerv : Centre national d'élevage et de recherches vétérinaires ; Lnerv : Laboratoire national de l'élevage et de recherches vétérinaires ; Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement, département d'Élevage et médecine vétérinaire

RP : peste bovine

SNT : test de séroneutralisation

PPR : peste des petits ruminants

PI : % d'inhibition (c-Elisa)

■ DISCUSSION

Faune sauvage

La découverte de deux cas isolés de sérums positifs pour le virus de la peste bovine chez les phacochères est certes troublante et préoccupante, mais ces résultats ne sont pas, à eux seuls, indicatifs d'une infection récente de la peste bovine en Mauritanie compte tenu des points ci-après. Si l'infection de RP était réellement apparue récemment dans cette population, on relèverait un taux d'infection bien supérieur à 7 p. 100 avec une grande probabilité d'agrégation spatiale (9). De plus, l'incertitude persiste quant à la détermination de l'âge des animaux. En effet, la détermination de l'âge a été faite sur des bases peu objectives et précises (l'avis des pisteurs et des chasseurs présents). Sachant que les phacochères les plus prisés par les chasseurs sont des mâles avec de grandes défenses et que le phacochère peut atteindre 20 ans, il n'est pas exclu que les deux sujets abattus aient été déjà présents lors des derniers foyers de la peste bovine (1983-1987). Ceci expliquerait aussi la faible prévalence.

La spécificité des tests sérologiques mis en jeu semble confirmer la présence d'anticorps anti-RP chez les phacochères, même si elle n'est pas validée pour l'instant pour le sérum de ces animaux. Cependant, les résultats des enquêtes menées sur la faune sauvage en 1999 en Afrique de l'Est dans le cadre du Pace, avec le test C-Elisa basé sur l'AcM H, tendent à montrer une spécificité élevée de ce test chez les phacochères (4) et également pour le restant de la faune sauvage (9).

Les sérums des phacochères qui étaient positifs pour la RP se sont également révélés positifs pour la PPR. Ces résultats, confirmés par deux des trois laboratoires utilisant le même PPR c-Elisa, proviennent d'une réaction croisée de ce test pour les anticorps anti-RP (1, 2, et G. Libeau commun. pers.). Dans ce cas de figure, le test SNT, dit *Gold Standard*, mis en œuvre avec le virus PPR aurait peut-être permis de lever le doute sur une co-infection ou non des deux virus en témoignant d'un titre supérieur ou égal à celui obtenu avec le virus RP (5). En effet, la PPR, endémique chez les petits ruminants dans cette zone (10), aurait très bien pu infecter la population de phacochères qui est également sensible à ce virus.

Quoi qu'il en soit et dans l'état actuel des connaissances scientifiques, cette population de phacochères ne pourrait pas, à elle seule, abriter le virus de la peste bovine pendant une période prolongée, compte tenu du fait qu'il s'agit d'une population relativement petite (3 500 individus estimés) et sédentaire. La contribution (théorique) de cette population au maintien du virus dans cette zone doit donc être considérée comme étant faible. Le phacochère joue avant tout un rôle d'animal sentinelle pour la présence du virus chez le bovin et c'est précisément à cet effet que l'échantillonnage des phacochères est préconisé. La seule explication pour la présence du virus chez des phacochères est par conséquent la transmission du virus à partir d'une autre espèce, la seule possibilité étant le bétail. Or, les données épidémiologiques dont nous disposons aujourd'hui, ainsi que les résultats qui suivent, indiquent qu'il n'y a pas eu de foyers de peste bovine chez le bétail depuis plus de 15 ans et qu'actuellement le virus ne circulerait pas dans la zone. Cette transmission ne s'est donc pas faite récemment.

Bétail

Sur 1 889 sérums bovins analysés par la méthode du c-Elisa, deux se sont révélés positifs (0,1 p. 100). Les résultats obtenus sur les témoins internes du test c-Elisa ont montré que les analyses avaient été effectuées dans les normes requises et que les résultats obtenus étaient fiables. Il n'existe aucun doute sur la validité du test c-Elisa RP appliquée aux bovins, mais même pour le sérum de bovins,

la spécificité du test a été légèrement inférieure à 100 p. 100 (99,5 p. 100) (6). L'on pouvait donc s'attendre à quelques résultats faux positifs (0,5 p. 100 comparés aux 0,1 p. 100 rencontrés) et par conséquent la valeur prédictive positive de ce type de sérologie devenait très faible, compte tenu de la faible prévalence estimée, après 18 ans d'absence de maladie (7). En effet, il est admis que dans le domaine de la lutte collective contre les maladies infectieuses animales, et plus largement pour tout test de dépistage ayant une très bonne sensibilité et une très bonne spécificité, la confiance (valeur prédictive positive) que l'on peut accorder à un résultat positif en milieu très infecté est élevée et, qu'au contraire, cette confiance est très limitée en milieu faiblement infecté (ce qui était le cas en Mauritanie) (17). Pour une prévalence estimée de 1 p. 100 et une sensibilité de 85 p. 100 (6), la valeur prédictive positive n'était que de 6 p. 100. De plus, l'interprétation sur l'origine de ces anticorps serait en faveur d'une incertitude sur l'évaluation de l'âge des animaux (deux et cinq ans), suscitant des doutes sur l'origine des anticorps bovipestiques : dans les deux cas, il aurait pu s'agir d'anticorps d'origine vaccinale (dans le premier cas transmis par voie lactogène).

■ CONCLUSION

Les découvertes en Mauritanie incitent à une réflexion sur la valeur du dépistage sérologique comme outil de vérification envers l'éradication d'une maladie. Pour la peste bovine, le *Code zoosanitaire international* fait une distinction claire entre les deux étapes de pays indemnes de la maladie, puis de l'infection. Il en ressort qu'il n'est pas exclu d'être déclaré indemne de la maladie, tout en dépistant encore des traces sérologiques indiquant (éventuellement, mais pas exclusivement) la présence de la circulation du virus, c'est-à-dire de l'infection. Ce n'est qu'au terme de (au moins) deux années consécutives de sérologie négative (et d'absence de manifestations cliniques) que le pays peut prétendre au statut de pays indemne de l'infection.

S'il est acquis que l'absence de traces sérologiques montre incontestablement l'absence de l'infection, la présence de ces traces n'est en aucun cas suffisante pour conclure que l'infection est présente, les anticorps pouvant être liés à des infections antérieures ou être d'origine vaccinale (la dernière campagne de vaccination contre la peste bovine en Mauritanie remonte à 1998) (11). Seuls l'isolement et l'identification du virus, la détection d'antigènes ou de l'acide nucléique permettent de poser un diagnostic fiable (12), d'où le problème soulevé dans le cas de la Mauritanie. En effet, aucune manifestation clinique de la peste bovine classique n'a pu être décelée au cours des dernières années par le réseau de surveillance épidémiologique de la peste bovine chez les animaux domestiques et sauvages sensibles ; il en est de même pour le Sénégal voisin. Un certain nombre de suspicions légitimes de peste bovine ont été rapportées mais aucune n'a pu être confirmée par les laboratoires nationaux ou régionaux.

La Commission ad hoc de l'OIE sur la peste bovine, lors de sa réunion du 8 janvier 2004, a d'ailleurs déjà fait des propositions pour revoir le *Code zoosanitaire* afin d'éviter ce genre de problèmes à l'avenir ; les propositions vont dans le sens d'une seule et unique déclaration, sans distinction entre maladie et infection. Par ailleurs, la définition de l'infection est revue afin d'y inclure d'autres indicateurs, appuyant une éventuelle découverte sérologique isolée (16).

En conclusion, les données dont nous disposons aujourd'hui ne montrent nullement la circulation du virus de la peste bovine en Mauritanie, ni la présence de la maladie ; ceci a été incontestablement montré pour la population bovine dans la zone. La présence d'anticorps chez deux phacochères dans la zone de Keur Massène est reconnue, mais ce constat est jugé incompatible avec

les connaissances biologiques et épidémiologiques sur la répartition et la transmission du virus. C'est dans cet esprit que l'Autorité vétérinaire de la Mauritanie, le 31 janvier 2004, a demandé à la Commission scientifique pour les maladies animales de l'OIE de réévaluer son statut. Le 11 mars, la Commission a émis un avis favorable à cette requête et cet avis a été suivi par le Comité international, lors de sa 72^e session générale en mai 2004. Ce dénouement positif pour la Mauritanie n'empêche pas que des cas similaires puissent apparaître dans d'autres pays de la sous-région dans les mois qui suivent, d'où l'intérêt de revoir avec prudence les termes du *Code zoosanitaire* à cet égard.

BIBLIOGRAPHIE

1. ANDERSON J., BARRETT T., SCOTT G.R., 1996. Manual on the diagnosis of rinderpest, 2nd Edn. Rome, Italy, FAO, 143 p. (FAO Animal health manual No 1)
2. ANDERSON J., MCKAY J.A., 1994. The detection of antibodies against peste des petits ruminants virus in cattle, sheep and goats and the possible implications to rinderpest control programmes. *Epidemiol. Infect.*, **112**: 225-231.
3. ANDERSON J., MCKAY J.A., BUTCHER R.N., 1991. The use of monoclonal antibodies in competitive ELISA for detection of antibodies to rinderpest and peste des petits ruminants. In: Seromonitoring of rinderpest throughout Africa, Phase one. Proc. final research coordinating meeting of the FAO/IAEA/SIDA/OAU/IBAR/PARC coordinated research programme, Bingerville, Côte d'Ivoire, 19-23 Nov. 1990. Vienna, Austria, IAEA, p. 43-53. (IAEA-TECDOC-623)
4. GEIGER R., 2000. Two warthog sera (also VNT positive) out of 45 sera positive in the RP H cELISA. Comments and analysis of the serological data from the rinderpest wildlife survey carried out in connection with the Pan African Rinderpest Campaign. Vienna, Austria, IAEA.
5. GEIGER R., 2003. Comments on rinderpest suspicion in warthogs in Mauritania (version 5). Vienna, Austria, IAEA.
6. GEIGER R., WAMWAYI H., NDUNGU E., 2003. Preliminary results of the validation and comparison of ELISAs for the surveillance of antibodies to rinderpest virus in cattle and wildlife. In: FAO/IAEA consultants meeting to define technical guidelines and standing operating procedures for the surveillance and testing of rinderpest as part of the Global Rinderpest Eradication Programme (GREP), 26-28 Nov. 2003. Vienna, Austria, IAEA.
7. GORDIS L., 2000. Epidemiology, 2nd Edn. Philadelphia, PA, USA, WB Saunders.

Remerciements

Les auteurs remercient tous les collaborateurs et techniciens qui ont participé aux échantillonnages et aux analyses, aussi bien en Mauritanie qu'ailleurs. Les auteurs souhaitent aussi remercier A.J. Akakpo, J. Anderson, R. Bessin, D. Bourzat, A. Caron, B. Chardonnet, R. Geiger, K. Isselmou, G. Libeau, J. Sarr et W. Taylor. Enfin il convient de remercier ici le programme Pace, l'Union africaine (Bureau interafricain des ressources animales) qui coordonne l'exécution de Pace, et l'Union européenne, principal bailleur de fonds.

8. JAMES A.D., 1998. Guide pour la surveillance épidémiologique de la peste bovine. *Revue sci. tech. Off. int. Epizoot.*, **17** : 810-824.
9. KOCK R.A., WAMWAYI H.M., ROSSITER P.B., LIBEAU G., WAMBWA E., OKORI J., SHIFERAW F.S., MLENGEYA T.D., 2004. Rinderpest in East Africa: continuing re-infection of wildlife populations on the periphery of the Somali ecosystem. *Prev. vet. Med.* (in press)
10. LE JAN C., SOW A.D., THIEMOKO C., FRANCOIS J.L., DIOUARA A., 1987. Pneumopathies enzootiques des petits ruminants en Mauritanie : situation d'ensemble et approche expérimentale. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **40** : 103-112.
11. OIE, 1999. *Bull. Info. sanit.*, **12** (Mauritanie).
12. OIE, 2000. Manual of standards for diagnostic tests and vaccines. Paris, France, OIE, chap. 2.1.4.
13. OIE, 2003. *Bull. Info. sanit.*, **16** (Mauritanie).
14. OIE, 2003. Code sanitaire pour les animaux terrestres. Paris, France, OIE, annexe 3.8.1.
15. OIE, 2003. Note du bureau central de l'OIE en date du 7 sept. 2003. Paris, France, OIE.
16. OIE, 2004. Report of the meeting of the OIE Scientific commission for animal diseases, 10-11 March 2004. Paris, France, OIE.
17. TOMA B., DUFOUR B., SANAA M., BENET J.J., SHAW A., MOUTOU F., LOUZA A., 2001. Epidémiologie appliquée à la lutte collective contre les maladies animales transmissibles majeures, 2^e éd. Maisons-Alfort, France, Aeema, 696 p.

Reçu le 12.10.2004, accepté le 17.01.2006

Summary

Lemrabott Ould M., Elmamy Ould B., Diarra I., Baba Ould M., Bastiaensen P., Bendali F., Diop B., Kock R., Tounkara K., Bidjeh K., Thomson G., Fall M. Rinderpest: Limits of Serology? The Case of Mauritania

In the course of a serosurveillance campaign conducted within the framework of the epidemiosurveillance network of Mauritania (REMEMA), the discovery of two seropositive samples for rinderpest (RP) from hunted warthogs in the south of the country led to a mini-crisis, whereby in September 2003, OIE revoked the country's disease-free status, forcing Mauritania to conduct an extensive survey on cattle and wildlife in the same area in order to restore the confidence of the international community and neighboring countries. The two samples that were positive for the rinderpest virus (RPV) were part of a set of 28 samples, collected between January and March 2003 through the collaboration of animal health personnel and hunters. They were analyzed by c-ELISA at Nouakchott's national laboratory (CNERV). They were then cross-checked by two regional reference laboratories. The diagnosis was definitely confirmed by a world reference laboratory, IAH-WRLR, Pirbright, United Kingdom. Both samples were also positive for *peste des petits ruminants* (PPR). Between October 2003 and January 2004, 1889 bovine samples and six new warthog samples were collected and analyzed for RP. Except for two bovine positive samples believed to originate from animals outside the recommended age interval (presumed ages for both animals: 2 and 5 years), no other positive samples were encountered in the area. As a result, Mauritania regained its disease-free status at OIE's Annual General Session in May 2004 (Paris, France). The authors argue that Mauritania, which was declared RP free in May 2003, should not have lost its disease-free status based on the discovery of these two seropositive samples only. Other clinical and pathological considerations should have been included to support this decision. Furthermore, results showed that the available data were insufficient to reach the conclusion that warthogs had been recently infected by RPV in Mauritania. Too many uncertainties existed with regard to the age of the two animals, the test specificity when used on warthog sera, and the interference of PPR in the diagnosis. The presence of antibodies in both warthogs was recognized, but this observation was found incompatible with the current understanding of the biological and epidemiological features of the disease with regard to the distribution and transmission of the virus. Finally, this discovery in Mauritania ought to incite to a reflection on the usefulness of serological detection in cases of near-to-eradication diseases, when the estimated prevalence of the disease (in cattle only) is equal to or less than the specificity of the test(s) used, and when the positive predictive value becomes too low, hence the need to conduct several tests, based on a variety of methods.

Keywords: Cattle – *Phacochoerus africanus* – Rinderpest – *Morbillivirus* – ELISA – Mauritania.

Resumen

Lemrabott Ould M., Elmamy Ould B., Diarra I., Baba Ould M., Bastiaensen P., Bendali F., Diop B., Kock R., Tounkara K., Bidjeh K., Thomson G., Fall M. Peste bovina: límites de la serología? El caso de Mauritania

Durante una campaña de supervisión serológica realizada por REMEMA, red de supervisión Mauritania, el descubrimiento de dos sueros positivos para la peste bovina (RP) en facóceros cazados en el sur del país condujo a una mini crisis que llevó a la OIE a suspender en septiembre 2003 el estatuto de país indemne a la enfermedad, obligando a Mauritania a inscribirse en un vasto programa de supervisión del ganado y de la fauna en la misma zona, con el fin de calmar la inquietud de la comunidad internacional y de los países vecinos. Las dos muestras reconocidas positivas para el virus de la peste bovina (RPV) hacían parte de un lote de 28 sueros, colectados entre enero y marzo 2003, gracias a la colaboración de agentes veterinarios y de cazadores. Fueron analizados mediante c-ELISA en el laboratorio nacional de Nouakchott (CNERV), luego fueron examinados de nuevo por dos laboratorios de referencia regionales y el diagnóstico definitivamente confirmado por el laboratorio de referencia internacional (IAH-WLRL) en Pirbright, Reino Unido. Por otra parte, estos dos sueros fueron también positivos para la peste de los pequeños rumiantes. Entre octubre 2003 y enero 2004, 1889 muestras bovinas y seis nuevas muestras de facóceros fueron colectadas y analizadas para la RP. Con excepción de dos sueros bovinos positivos, para los cuáles se estableció que existían muchas dudas sobre el intervalo de la edad recomendada (edades presumidas de los dos animales: 2 y 5 años), ningún otro caso positivo fue encontrado en la zona. Por lo consiguiente, Mauritania recuperó su estatuto de país indemne de la enfermedad en la sesión general anual de la OIE en mayo 2004 (Paris, Francia). Los autores están convencidos de que Mauritania, declarada indemne de la enfermedad en mayo 2003, no debería de haber perdido este estatuto sobre la base de dos únicas muestras seropositivas. Datos clínicos y patológicos adicionales deberían de ser tomados en cuenta con el fin de apoyar este tipo de decisión. Por otra parte, se indica que los datos disponibles eran insuficientes para justificar la conclusión de infección reciente por RPV de los facóceros en Mauritania. Muchas dudas persistían sobre la edad de los facóceros, sobre la especificidad de los exámenes para el suero de facóceros y finalmente sobre la interferencia de la PPR con el diagnóstico propuesto. La presencia de anticuerpos en dos facóceros fue reconocida, pero este hecho fue juzgado incompatible con los conocimientos biológicos y epidemiológicos sobre la repartición y la transmisión del virus. Finalmente, los descubrimientos de Mauritania incitan a la reflexión sobre la utilidad de la detección serológica como instrumento de verificación para la erradicación de una enfermedad cuando la prevalencia estimada es igual o inferior a la especificidad (en el caso de los bovinos solamente) del (o de los) test(s) utilizado(s) y en donde el valor predictivo positivo es entonces muy bajo y por ende hay necesidad de utilizar varios tests basados en métodos diferentes.

Palabras clave: Ganado bovino – *Phacochoerus africanus* – Peste bovina – *Morbillivirus* – ELISA – Mauritania.

Livestock Trypanosomoses and their Vectors in Latin America

By Marc DESQUESNES

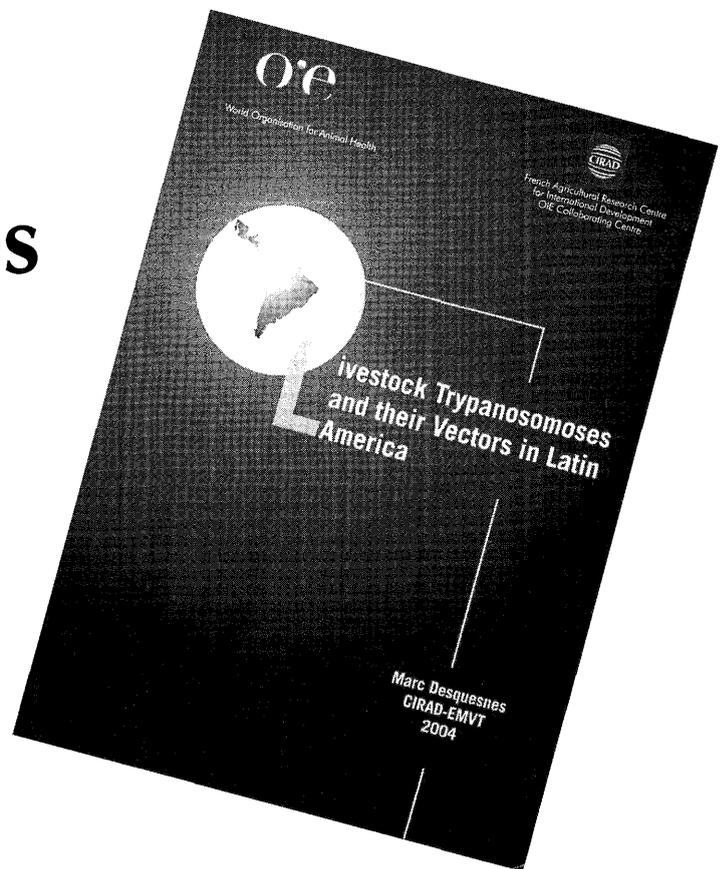
This study of livestock trypanosomoses in Latin America, the first of its kind, provides an overview of the situation as it was between 1990 and 1995, and will serve as a benchmark for future studies and comparisons. The study's appraisal of mechanical vectors and their harmful effects focuses on the damage that Tabanids can cause, and provides statistics on their impact on the livestock industry. These statistics alone provide sufficient justification for undertaking seasonal strategic control measures against these insects, whose effect on livestock, while often localised and short-lived, has not thus far been given proper consideration.

This book's analysis of the typical epidemiology of mechanically transmitted bovine trypanosomosis can be used as a model not only for Latin America, but also for areas of Africa where *Glossina* populations have receded, and where, therefore, biologically transmitted trypanosomosis has been eradicated. As a result of the elimination of this biological vector (even after the Pan African Tsetse and Trypanosomosis Eradication Campaign [PATTEC]), a pattern of purely mechanical transmission may become

established in these areas and this study will be useful for veterinarians in Africa as they investigate ways to control this type of transmission cycle.

The general overview of diagnostic tools and methods of controlling trypanosomoses can be applied to America, Africa and Asia. Similarly, the data on mechanically transmitted trypanosomes provides a model for different mechanically transmitted pathogens on several continents and as such, this book will be of interest to a broad range of readers.

Students, teachers and researchers will find this review useful, as will physicians and epidemiologists dealing with Chagas' disease, an important human disease caused by the parasite *Trypanosoma cruzi*. Although largely found in Latin America it has been reported in eight southern states of the United States of America and appears to be progressing northwards. The disease is not well-defined, but this publication contains the information that is currently available and highlights the crucial role played by wild and domestic animals in the epidemiology of this disease.



ISBN 92-9044-634-x
Format 21 x 29,7 cm
192 p. ◆ 40 euros
OIE ◆ 12, rue de Prony
75017 Paris ◆ France
Tel.: +33 (0)1 44 15 18 88
Fax: +33 (0)1 42 67 09 87
www.oie.int ◆ oie@oie.int

Emergence de la fièvre catarrhale ovine dans le Bassin méditerranéen et surveillance entomologique en France

T. Baldet¹ B. Mathieu² J.C. Delécolle³
G. Gerbier¹ F. Roger¹

Mots-clés

Ovin – *Culicoides imicola* –
Fièvre catarrhale ovine –
Surveillance – Corse – France –
Région méditerranéenne.

Résumé

La fièvre catarrhale ovine (FCO) est une maladie virale qui est transmise par des moucheron piqueurs (Diptera : Ceratopogonidae) et émerge en Méditerranée depuis 1998. Cette émergence est reliée à l'expansion septentrionale de son vecteur principal *Culicoides imicola* Kieffer 1913. En France, *C. imicola* a été décelé dans le sud de la Corse en octobre 2000, quelques jours avant l'apparition de foyers de FCO sérotype 2. Un réseau de surveillance entomologique a été mis en place en 2002 : (i) en Corse, pour étudier les dynamiques de populations de *C. imicola* et des autres espèces de *Culicoides* associées aux élevages ; (ii) sur le continent, pour détecter l'introduction de *C. imicola*. Des captures nocturnes ont été réalisées toutes les trois semaines sur 12 sites en Corse et une fois par mois sur 19 sites sur le continent. En 2002, en Corse, un total de 180 nuits de captures ont été effectuées. *C. imicola* comptait en moyenne pour 18 p. 100 des effectifs totaux capturés et prédominait au sud de l'île. Les densités adultes ont atteint un pic en septembre. La présence de *C. imicola* sur tous les sites et durant huit mois de l'année a confirmé que le vecteur principal de la FCO passait l'hiver et était installé durablement dans l'île. En outre, en 2003, les populations de *C. imicola* étaient en pleine expansion dans le Nord, particulièrement en Balagne. Le risque d'invasion du continent devient ainsi plus important. Sur le continent, sur un total de 233 nuits de captures réalisées en 2002-2003, deux spécimens de *C. imicola* ont été détectés en 2003 sur deux sites différents. Des investigations poussées n'ont pu mettre en évidence des populations locales installées. Les dynamiques saisonnière et spatiale de *C. imicola* et des autres espèces d'intérêt sont discutées en relation avec leur bioécologie et les facteurs environnementaux. Cette « entomosurveillance » apparaît indispensable pour une meilleure compréhension de l'épidémiologie de la FCO mais aussi pour élaborer et valider des modèles de prédiction de zones à risque.

INTRODUCTION

La fièvre catarrhale ovine (FCO), *bluetongue* en anglais, est une maladie virale affectant les ruminants et notamment les ovins. Son issue souvent fatale chez ces derniers en fait une maladie très grave sur le plan économique, classée au rang A de l'Organisation mondiale de la santé animale (OIE). L'agent causal est un virus de la famille des *Reoviridae* (genre *Orbivirus*), dont on connaît 24

sérotypes différents, ayant une répartition géographique propre, une pathogénicité variable et ne conférant pas de protection croisée. La FCO est transmise par la piqûre de moucheron femelles appartenant à certaines espèces du genre *Culicoides* (Diptera : Ceratopogonidae). L'aire de répartition de la FCO, dépendant étroitement de la distribution et de l'abondance de ses vecteurs, couvre tous les continents entre 40° de latitude Nord et 35° de latitude Sud (15). Les principales espèces vectrices sont *C. imicola* et *C. bolitinos* en Afrique, *C. imicola* et *C. fulvus* en Asie, *C. brevitarsis* et *C. fulvus* en Australie, *C. sonorensis* en Amérique du Nord, et *C. insignis* et *C. pusillus* en Amérique centrale et en Amérique du Sud (17). Dans les régions tropicales (aire enzootique), les races locales ovines sont naturellement peu sensibles, les manifestations cliniques sont surtout visibles sur les races ovines améliorées importées. Dans les régions subtropicales et tempérées, la FCO se manifeste sous forme de flambées épizootiques plus ou moins régulières.

1. Cirad, département Emvt, TA 30 E, campus international de Baillarguet, 34398 Montpellier, France
Tél. : +33 (0)4 67 59 38 68 ; fax : +33 (0)4 67 59 37 54
E-mail : thierry.baldet@cirad.fr

2. EID-Méditerranée, 165 avenue Paul Rimbaud, 34184 Montpellier, France

3. Université Louis Pasteur, 29 boulevard de la Victoire, 67000 Strasbourg, France

En Europe, la FCO a fait des incursions temporaires dans le passé : en Espagne et au Portugal de 1957 à 1960 (sérototype 10), à Chypre en 1977 et en Grèce (Lesbos) en 1980 (sérototype 4). Toutefois, depuis 1998 une émergence majeure concerne l'ensemble du Bassin méditerranéen (1, 18), avec deux voies principales d'invasion : à l'est (Grèce, Balkans), les sérotypes 1, 4, 9 et 16, avec comme origine probable la Turquie et le Proche-Orient ; à l'ouest (Sardaigne, Corse, Baléares, nord de la péninsule italienne), le sérototype 2, avec comme origine probable le Maghreb. La Sicile et le sud de la péninsule italienne, situés à l'interface de ces deux voies, doivent faire face à l'ensemble de ces sérotypes. La propagation de la maladie est liée à l'expansion septentrionale de son vecteur afro-asiatique : *C. imicola* (figure 1). Outre le fait que l'installation récente de *C. imicola* est objectivée dans de nombreuses régions du nord du Bassin méditerranéen, des travaux phylogénétiques récents (10) ont montré l'existence de deux populations de *C. imicola* distinctes : l'une dans l'ouest du bassin, l'autre dans l'est, corroborant par là même l'existence des deux voies d'invasion virale.

La bioécologie de *C. imicola* dépend étroitement des conditions climatiques (température, humidité). Les gîtes larvaires sont probablement constitués par de la matière organique en décomposition (excréments d'animaux) mais restent à caractériser. Le développement larvaire dure d'une à plusieurs semaines, selon les conditions du milieu. Des phénomènes de diapause hivernales ou d'estivo-hibernation ont été décrits chez certaines espèces mais restent à étudier chez *C. imicola*. Seule la femelle adulte se nourrit de sang. Sa longévité est estimée à 10-20 jours avec un maximum de 50, naturellement conditionné par les conditions abiotiques. Son activité est essentiellement nocturne et dépend étroitement de la température, avec une plage optimale entre 18 et 38 °C (24). La dispersion active est faible, de l'ordre de quelques centaines de mètres (17). La dispersion passive peut être très importante et aller jusqu'à 700 km selon certains auteurs (4, 16). Les vents incriminés sont en altitude, jusqu'à 2 000 m et ils ont des vitesses de 10 à 40 km/h à des températures compatibles avec la survie des insectes. En Corse, *C. imicola* a été détecté pour la première fois en octobre 2000 (12) et des foyers cliniques du virus de la bluetongue sérototype 2 (BTV-2) sont apparus en automne 2000 (49 foyers) et en été-automne 2001 (335 foyers) (29, 30, 31). La lutte antivectorielle et les mesures de protection (application *pour on* et bains d'insecticide ou de répulsifs, stabulation) ne sont pas suffisantes. Seules les campagnes de vaccination et les contraintes de police sanitaire permettent de contrôler la maladie. Aussi, suite aux campagnes vaccinales conduites au

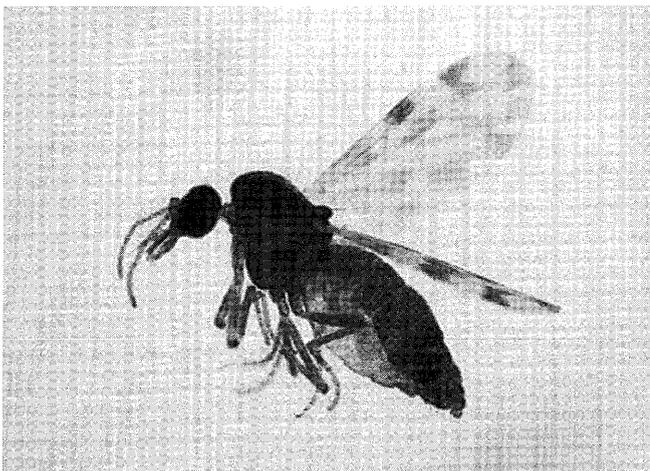


Figure 1 : *Culicoides imicola*, vecteur afro-asiatique de la fièvre catarrhale ovine. © J. C. Delécolle, univ. Louis Pasteur

cours des hivers 2001 et 2002, aucun foyer de FCO n'a été mis en évidence en Corse en 2002. Parallèlement à ces campagnes vaccinales, un réseau de surveillance pluridisciplinaire (clinique, sérologique, virologique, entomologique) impliquant différents partenaires (Ddsv¹, Afssa², ULP³, EID-Méditerranée⁴, Cirad, département Emvt⁵) a été mis en place par le ministère de l'Agriculture. La surveillance entomologique vise (i) en Corse à étudier les dynamiques de population de *C. imicola* et des autres espèces de *Culicoides* liées aux élevages, et (ii) sur le continent à surveiller l'introduction de *C. imicola* dans les départements français riverains de la Méditerranée. Les résultats de cette « entomosurveillance » pour 2002 et 2003 sont présentés ici.

■ MATERIEL ET METHODES

Sites d'étude

Ont été retenues : en Corse, 12 bergeries représentatives, réparties sur l'île et affectées par le BTV-2 en 2000/2001 ; et sur le littoral continental, 19 bergeries, réparties à intervalles de 50 km (figure 2).

Protocole de capture

Une nuit de captures par site a été réalisée toutes les trois semaines en Corse et une fois par mois sur le continent. Pour cela, des pièges lumineux à ultraviolets 4 W, 12 V, type Miniature New Jersey Light Trap modifié (21) ont été utilisés (figure 3). Le piège était placé à l'extérieur à proximité immédiate de la bergerie, accroché à 2 m du sol, à l'abri du vent et éloigné de toute autre source lumineuses. Il était mis en place avant le coucher du soleil et relevé au petit matin. Un flacon rempli de 300 ml d'eau savonneuse a été adapté sous le piège. Le flacon était ramené au laboratoire où tous les insectes piégés étaient transvasés et conservés jusqu'au tri, à 4 °C, dans de l'alcool à 95°.

Identification des Culicoides

L'identification morphologique des différentes espèces de *Culicoides* piégées a été basée sur l'examen à la loupe binoculaire, à un faible grossissement, des dessins alaires. En vue d'une diagnose microscopique plus précise, certains spécimens ont été disséqués et montés entre lame et lamelle dans un milieu de montage après un traitement préalable pendant 24 h dans une solution saturée d'alcool à 95° et de phénol, selon la technique de Wirth et Marston (27). Les clés de diagnoses élaborées par Delécolle (11) ont été utilisées. Outre les dessins alaires, les principaux caractères morphologiques employés chez les femelles sont : l'espace interoculaire, le nombre et l'arrangement des différentes sensilles des antennes, la forme du troisième segment du palpe maxillaire et de son organe sensoriel, ainsi que le nombre et la forme des spermathèques. Chez les mâles, les caractéristiques des antennes sont aussi utilisées, mais c'est surtout la forme des différentes parties de la pince génitale qui permettent la diagnose d'espèce.

Ont été ensuite dénombrés pour chaque espèce le nombre total d'individus, et le nombre de mâles et de femelles. Un site intranet gère les données de cette veille entomologique de manière à ce que tous les partenaires aient accès le plus rapidement possible à l'ensemble des données de la surveillance.

¹ Direction départementale des services vétérinaires

² Agence française de sécurité sanitaire des aliments

³ Université Louis Pasteur de Strasbourg

⁴ Entente interdépartementale pour la démoustication du littoral méditerranéen

⁵ Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement, département d'Elevage et de médecine vétérinaire

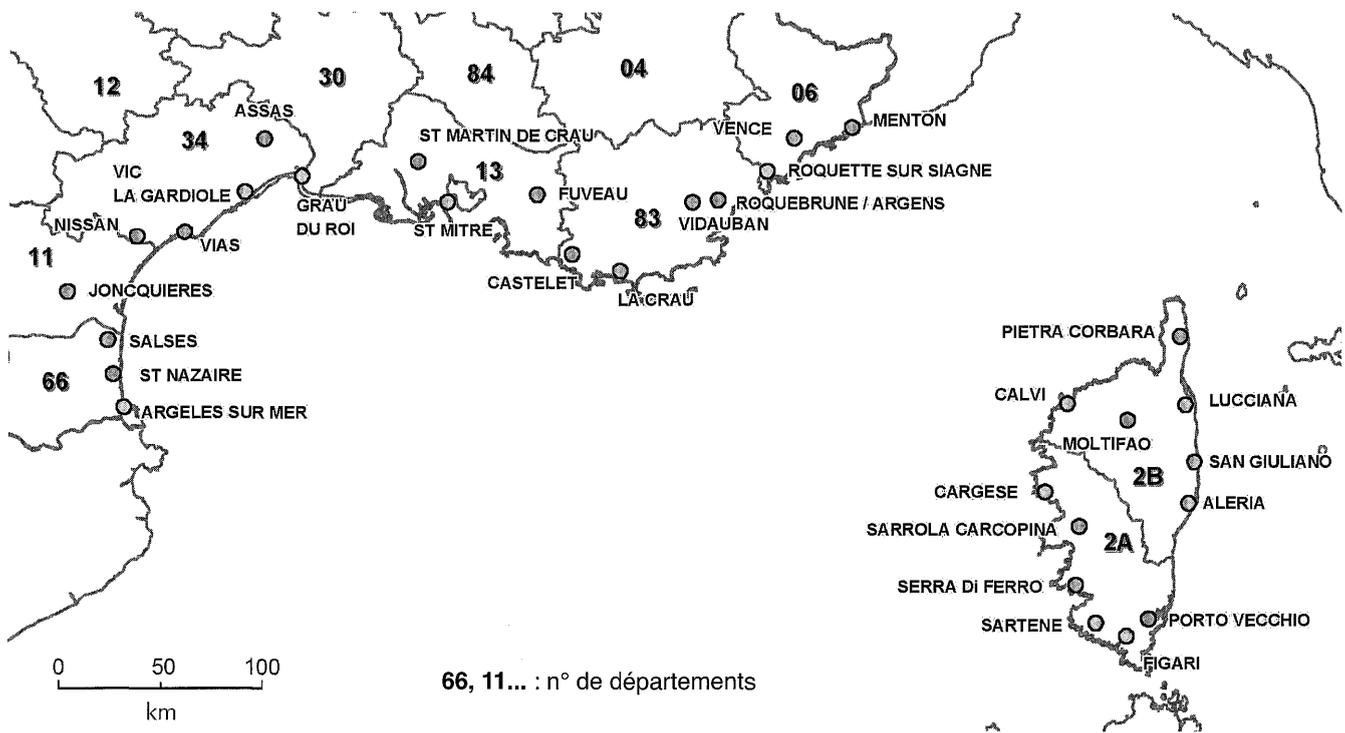


Figure 2 : localisation des sites sentinelles ; surveillance entomologique de la fièvre catarrhale ovine en France (2002-2003).
© T. Baldet, Cirad, dépt Emvt



Figure 3 : piège à ultraviolets standard utilisé pour échantillonner les Culicoides.

■ RESULTATS

Ces résultats sont en libre accès sur le site <http://blue-tongue.cirad.fr/Index.html>.

Corse

En Corse, de février à décembre 2002, 84 790 *Culicoides* appartenant à 49 espèces différentes ont été capturés au cours de 180 nuits de piégeages (tableau I). *C. imicola* a représenté 18,3 p. 100 des spécimens capturés avec une moyenne de 86 moucheron par piège par nuit (m/p/n). Le vecteur principal a été prédominant dans deux sites localisés à l'extrême Sud – Porto-Vecchio (moyenne de 578 m/p/n) et Figari (326 m/p/n) – et le moins représenté à Moltifao

(1 m/p/n), seul site situé à l'intérieur de l'île à une altitude de 250 m (figure 4). Les densités adultes de *C. imicola* ont atteint un maximum en fin d'été et début d'automne (figure 5).

La présence de *C. imicola* dans tous les sites et durant huit mois de l'année (mai à décembre) a confirmé que le vecteur principal de la FCO passait l'hiver et était installé durablement dans l'île avec plusieurs générations d'adultes se succédant au cours de la saison. Les autres espèces apparues en nombre dans les piégeages ont été : *C. newsteadi* (36,8 p. 100 du total piégé, moyenne de 174 m/p/n), *C. scoticus* (18 p. 100, 85 m/p/n), *C. obsoletus* (9,2 p. 100, 43 m/p/n), *C. circumscriptus* (4,2 p. 100, 20 m/p/n) et *C. pulicaris* (3,8 p. 100, 18 m/p/n). Les 43 autres espèces piégées ont compté chacune pour moins de 2 p. 100 du total piégé (tableau I).

C. newsteadi, espèce halophile, a été prépondérant dans les sites localisés en plaine lagunaire côtière (sud et ouest) et moins présent sur la côte rocheuse escarpée est et nord de l'île. *C. pulicaris*, espèce de basse à moyenne altitude, a dominé sur ladite côte escarpée ainsi qu'à l'intérieur. Les auteurs ont noté pour les espèces les plus représentées, notamment *C. obsoletus* et *C. pulicaris*, une allure bimodale des dynamiques saisonnières, avec des pics de densité adulte plus ou moins marqués : un au printemps et un en automne. Les conditions climatiques de l'été (température élevée, hygrométrie faible) pourraient être défavorables au développement larvaire et/ou au vol actif des adultes de ces espèces européennes.

En 2003, les principaux résultats ont confirmé ces tendances. En outre, les densités adultes de *C. imicola* étaient en pleine expansion dans le nord de l'île, surtout à Calvi (Balagne). Ainsi, sur les 15 nuits de piégeages effectuées en 2002 sur ce site, la moyenne en *Culicoides* sp. a été de 82 m/p/n dont 16 pour *C. imicola* (20 p. 100 du total). En 2003, sur les 16 nuits de piégeages réalisées sur le même site, la moyenne en *Culicoides* sp. a été de 204 m/p/n dont 153 pour *C. imicola* (75 p. 100 du total). Entre les deux années, la moyenne pour les espèces européennes (toutes sauf *C. imicola*) piégées à Calvi a été très comparable (66 m/p/n en 2002

Tableau I

Résultats des piégeages réalisés en Corse et sur le continent (2002-2003)

Année	Corse				Continent			
	2002		2003		2002		2003	
Espèce	Effectifs piégés [% du total]	Moyenne de piégeages ^a	Effectifs piégés [% du total]	Moyenne de piégeages ^a	Effectifs piégés [% du total]	Moyenne de piégeages ^a	Effectifs piégés [% du total]	Moyenne de piégeages ^a
<i>C. imicola</i>	15 530 [18,3]	86,3	63 642 [57,9]	365,8	0 [-]	—	2 [0,02]	0,02
<i>C. newsteadi</i>	31 224 [36,8]	173,5	24 458 [22,3]	140,6	11 898 [73,5]	109,2	3 838 [44,3]	31,0
<i>C. obsoletus</i>	7 762 [9,2]	43,1	1 332 [1,2]	7,7	1 290 [8,0]	11,8	1 421 [16,4]	11,5
<i>C. scoticus</i>	15 280 [18,0]	84,9	7 239 [6,6]	41,6	877 [5,4]	8,0	966 [11,1]	7,8
<i>C. pulicaris</i>	3 229 [3,8]	17,9	4 097 [3,7]	23,5	188 [1,2]	1,7	113 [1,3]	0,9
<i>C. circumscriptus</i>	3 571 [4,2]	19,8	1 861 [1,7]	10,7	526 [3,2]	4,8	550 [6,3]	4,4
<i>C. griseidorsum</i>	1 558 [1,8]	8,7	804 [0,7]	4,6	430 [2,7]	3,9	369 [4,3]	3,0
<i>C. subfagineus</i>	1 141 [1,3]	6,3	932 [0,8]	5,4	173 [1,1]	1,6	61 [0,7]	0,5
<i>C. lupicaris</i>	1 140 [1,3]	6,3	1 154 [1,0]	6,6	178 [1,1]	1,6	1 [0,01]	0,01
<i>Culicoides</i> sp.	4 355 [5,1] ^b	24,2	4 416 [4,0] ^c	25,4	637 [3,96] ^f	5,8	1 347 [15,5] ^g	10,8
Total <i>Culicoides</i>	84 790 [100] ^d	471,1	109 935 [100] ^e	631,8	16 197 [100] ^h	148,6	8 666 [100] ⁱ	69,9

^a Exprimé en moucheron/piège/nuit**Corse**

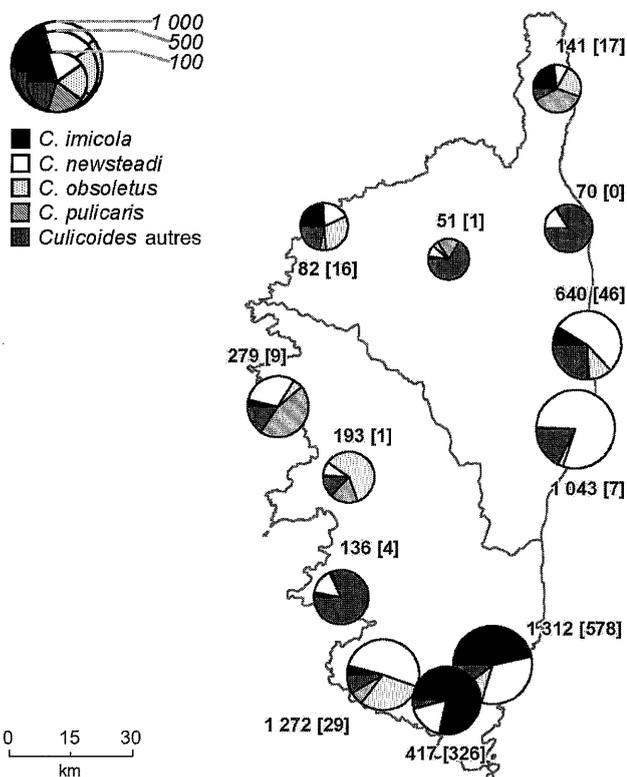
2002 : 180 nuits de piégeages (12 sites, 11 mois)

2003 : 174 nuits de piégeages (12 sites, 12 mois)

^b 40 autres espèces comptant chacune pour moins de 1 % du total piégé^c 45 autres espèces comptant chacune pour moins de 1 % du total piégé^d Total de 49 espèces de *Culicoides* piégés^e Total de 54 espèces de *Culicoides* piégés**Continent**

2002 : 109 nuits de piégeages (19 sites, 8 mois)

2003 : 124 nuits de piégeages (19 sites, 8 mois)

^f 36 autres espèces comptant chacune pour moins de 1 % du total piégé^g 26 autres espèces comptant chacune pour moins de 1 % du total piégé^h Total de 44 espèces de *Culicoides* piégésⁱ Total de 35 espèces de *Culicoides* piégés

et 51 m/p/n en 2003). Le rendement du piège n'était pas à mettre en cause, les populations locales de *C. imicola* ont été multipliées par 10 en une seule année.

Continent

Sur le continent, d'avril à novembre 2002, 16 197 *Culicoides* appartenant à 44 espèces différentes ont été capturés au cours de 109 nuits de piégeages (tableau I). Aucun spécimen de *C. imicola* n'a été récolté. Cette absence du vecteur principal de la FCO a été corroborée par l'absence de signes cliniques et/ou de sérologies positives pour la FCO. Les espèces qui sont apparues en nombre dans les piégeages ont été : *C. newsteadi* (73,5 p. 100 du total piégé, moyenne de 109 m/p/n), *C. obsoletus* (8 p. 100, 12 m/p/n), *C. scoticus* (5,4 p. 100, 8 m/p/n), *C. circumscriptus* (3,2 p. 100, 5 m/p/n) et *C. griseidorsum* (2,7 p. 100, 4 m/p/n). Les 39 autres espèces ont compté chacune pour moins de 2 p. 100 du total (tableau I).

Le classement a été comparable à celui observé en Corse avec toutefois pour chaque espèce des densités adultes moyennes moindres. A l'instar de la Corse, *C. newsteadi* a été prépondérant dans les plaines littorales lagunaires de l'ouest du littoral méditerranéen – Pyrénées-Orientales (département n° 64), Aude (n° 11), Hérault (n° 34) et Bouches-du-Rhône (n° 13) – et *C. pulicaris* relativement plus abondant dans les contreforts des Pyrénées et des Alpes (figure 6). Pour *C. obsoletus* et *C. pulicaris*, a été relevée comme en Corse une allure bimodale des dynamiques saisonnières avec deux pics, l'un au printemps et l'autre en automne (figure 7). En 2003, les auteurs ont pu mettre en évidence pour la première fois deux spécimens de *C. imicola* sur le littoral méditerranéen français : un spécimen mâle capturé dans la nuit du 22 mai 2003 sur le site du

Castellet (43° 12' 16" lat. N, 5° 45' 31" long. E, altitude 199 m) et un spécimen femelle capturé dans la nuit du 24 septembre 2003 sur le site de La Roquette-sur-Siagne (43° 34' 38" lat. N, 6° 56' 07" long. E, altitude 10 m). Dans les deux cas, des recherches entomologiques poussées réalisées autour de ces deux sites n'ont

pas permis de déceler d'autres spécimens. Le suivi entomologique sentinelle sur les autres sites et sur ces deux sites les mois suivants n'a pas permis d'isoler d'autres spécimens de *C. imicola*. Dans le même temps, des contrôles sérologiques réalisés sur les espèces sensibles au niveau de ces deux sites se sont tous révélés négatifs.

■ DISCUSSION

En 2002, le gradient sud-nord des populations de *C. imicola* observé en Corse s'expliquait probablement par la colonisation récente à partir de la Sardaigne. D'une manière plus générale, les différences de répartition spatiale relevées pour *C. imicola* mais aussi pour les autres espèces d'intérêt (*C. obsoletus*, *C. pulicaris*) reposaient sur (i) la typologie des sites de piégeages retenus et (ii) les conditions environnementales (climat, pédologie...) liées à chacune de ces zones géographiques et favorables à l'une ou l'autre de ces espèces. Aussi, *C. imicola* est décrit en Méditerranée comme une espèce essentiellement littorale inféodée aux élevages (5, 7, 19, 22, 25) avec une limite de répartition en altitude de l'ordre de 800 m (20).

L'expansion septentrionale de *C. imicola* est un phénomène dynamique en cours actuellement, comme en témoigne l'accroissement de ses populations en Balagne. Cette région enclavée du nord-ouest de la Corse est située à moins de 200 km des côtes varoises. Le risque d'invasion du littoral continental français est par conséquent accru. La découverte originale de deux spécimens de *C. imicola*, l'un dans le Var et l'autre dans les Alpes-Maritimes en 2003, sans évidence pour le moment de populations installées, corrobore cette suspicion. *A priori*, les quelques spécimens adultes introduits n'ont pas trouvé les conditions environnementales favorables à l'établissement d'une population locale. La notion d'effet fondateur – population minimale nécessaire à une implantation pérenne dans un contexte particulier – est vraisemblablement à prendre en compte. Dans les pays voisins de la France, les éléments ci-après ont été constatés en 2003 concernant la colonisation de nouveaux territoires par *C. imicola*. Dans le nord de la péninsule italienne (Ligurie, région de Gênes), depuis le démarrage de la surveillance entomologique en 2000, seuls six spécimens de *C. imicola* ont été récoltés (Accorsi et Mignonne, commun. pers.). Il s'agit probablement, comme pour

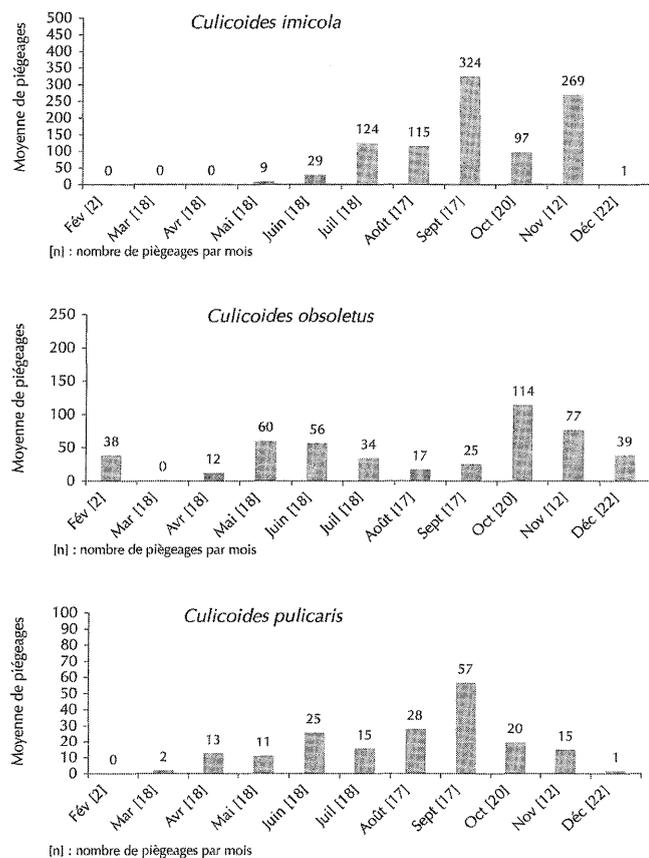


Figure 5 : dynamique saisonnière de *C. imicola*, *C. obsoletus* et *C. pulicaris* en Corse en 2002. Nota : l'échelle des ordonnées (moyenne de piégeages en moucheron/piège/nuit) est différente selon les espèces.

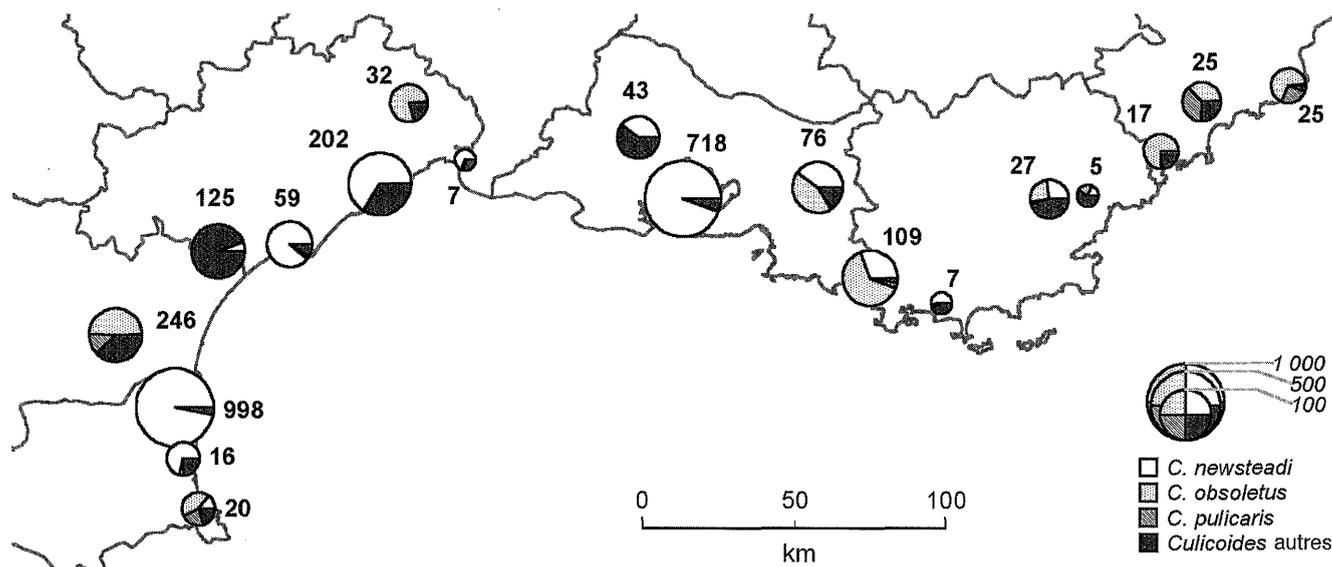


Figure 6 : distribution spatiale des Culicoides piégés sur le continent d'avril à novembre 2002 (19 sites / 8 mois / 109 nuits de piégeages) ; 998 : moyenne de piégeages en moucheron/piège/nuit ; aucun spécimen de *C. imicola* piégé.

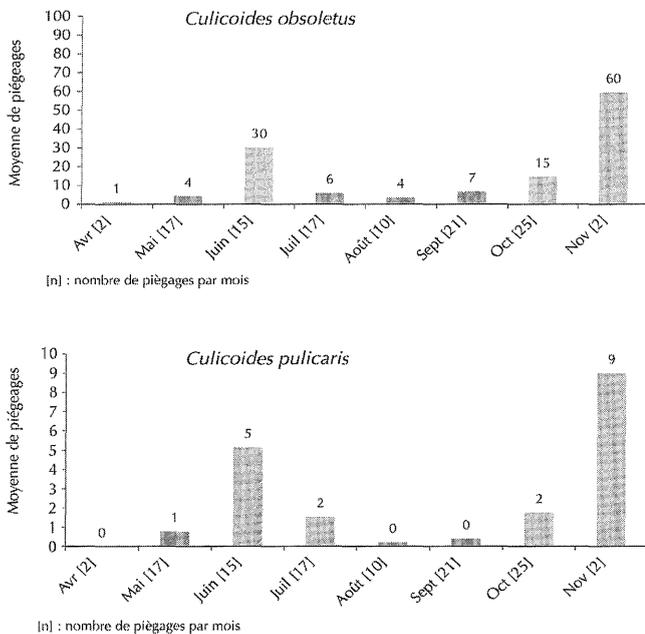


Figure 7 : dynamique saisonnière de *C. obsoleteus* et *C. pulicaris* sur le continent en 2002. Nota : l'échelle des ordonnées (moyenne de piégeages en moucheron/piège/nuite) est différente selon les espèces.

la France continentale, d'individus erratiques en provenance soit de régions plus méridionales (Toscane, Latium) où *C. imicola* est déjà installé, soit directement de Corse. Ceci relativise provisoirement le risque d'invasion de la France par la frontière italienne. A l'inverse, *C. imicola* a envahi au cours de l'été 2003 la Catalogne espagnole alors qu'un seul spécimen avait été capturé en 2002 dans la même région (Sarto I Monteys, commun. pers.). Des contacts ont été établis avec les responsables de cette surveillance pour objectiver cette colonisation très récente issue probablement des îles Baléares, afin d'évaluer le risque éventuel pour la région frontalière des Pyrénées-Orientales. La découverte d'un spécimen de *C. imicola* a également été notée en Suisse à une latitude de 44° 30' N (maximum septentrional jamais recensé) dans une région de faible altitude frontalière du nord de l'Italie (Cagienard, commun. pers.).

Les vents du sud seraient à l'origine de la remontée de *C. imicola* en Méditerranée, cet insecte pouvant être diffusé passivement comme du « plancton aérien » sur de longues distances à l'instar d'autres espèces pour lesquelles de tels phénomènes ont été notés, comme *Simulium damnosum* sl, vecteur de l'onchocercose ou cécité des rivières en Afrique de l'Ouest (13). La pérennisation de populations locales survient à la faveur de conditions environnementales favorables. Probablement des spécimens de *C. imicola* ont pu par le passé pénétrer dans les îles méditerranéennes à partir du Maghreb, où l'espèce est signalée depuis de nombreuses années, notamment au Maroc sous le nom de *C. pallidipennis* (2). En Corse, une première note sur la faune culicoïdienne (14) signale la présence de 11 espèces. Cette étude princeps, basée sur des piégeages de jour et des émergences, obtenues à partir de prélèvements de biotopes larvaires rapportés au laboratoire, n'avait pas mis en évidence la présence de *C. imicola*. L'installation de *C. imicola* en Corse est donc probablement récente, la mise en évidence de populations locales étant survenue à la faveur de l'introduction du sérotype 2 et de foyers cliniques en Sardaigne, puis en Corse au cours de l'automne 2000 (12). *C. sahariensis* (= *C. coluzzii*), autre espèce décrite en Algérie, signalée par erreur dans les années 1960 sous le nom de *C. similis* au Maroc, en Tunisie et en Italie (6), a été

trouvé récemment sur le continent au cours de cette surveillance alors qu'il n'avait jamais été recensé par le passé.

Le rôle du réchauffement climatique dans ces colonisations récentes reste à objectiver. Des projections ont évalué que la température moyenne augmenterait de l'ordre de 2 °C d'ici l'année 2100, avec une incertitude comprise entre 1,5 et 6 °C (26). Ce réchauffement global équivaldrait dans les régions tempérées à un déplacement des isothermes actuelles de 150 à 550 km en latitude et de 150 à 550 m en altitude. Des modèles récents basés sur une augmentation de la température de 2 °C ont montré qu'une grande partie de l'Europe méridionale, et notamment la France continentale, était susceptible à l'avenir d'héberger des populations locales de *C. imicola* (28). Outre son expansion spatiale et saisonnière, une augmentation de la température combinée à des modifications du régime des précipitations favoriseraient également la capacité vectorielle de *C. imicola*, avec notamment (i) une diminution de la durée de développement des stades larvaires, (ii) une diminution de la durée de l'amplification virale au sein du vecteur, (iii) une augmentation du nombre de repas sanguins et du nombre de pontes, et (iv) un accroissement de la durée de vie du vecteur.

En zone tempérée, les densités de *C. imicola* sont maximales en fin d'été, donnant par là même une saisonnalité marquée à la maladie. Le tassement observé en octobre 2002 en Corse pourrait être lié aux précipitations orageuses que connaissent les climats méditerranéens en septembre. Ces orages entraîneraient un lessivage des gîtes larvaires et une diminution conséquente des émergences se reflétant avec un décalage temporel sur les densités adultes. La baisse brutale des températures survenant alors pourrait aussi ralentir le développement larvaire et l'activité des insectes adultes.

Les espèces européennes à la bioécologie proche de *C. imicola* en termes de mammophilie marquée et de gîtes larvaires liés aux excréments d'animaux (*C. obsoleteus sensu lato*¹, *C. pulicaris*) sont qualifiées d'« espèces d'intérêt » car potentiellement vectrices de FCO du fait de ces similitudes. Leur rôle de vecteur est de plus en plus suspecté pour les raisons suivantes : (i) la présence d'indices épidémiologiques comme la circulation virale et les foyers de FCO 9 en Bulgarie en l'absence de *C. imicola* mais avec *C. obsoleteus* sl (18), et la circulation virale et les foyers de FCO 2 dans les montagnes de Sicile en l'absence de *C. imicola* mais avec *C. pulicaris* (25) ; et (ii) la présence d'indices virologiques reposant sur des spécimens sauvages de *C. obsoleteus* sl trouvés infectés en Italie continentale par les sérotypes 2 et 9 (23) et de *C. pulicaris* trouvés infectés par le sérotype 2 en zone montagneuse de Sicile (8). En outre, on remarque que ces espèces européennes connaissent une baisse brutale de leur densité adulte en plein été (juillet et août), aussi bien sur le littoral Corse que sur le littoral continental, du fait peut-être de conditions climatiques trop extrêmes. Dans le même temps, les densités adultes de *C. imicola* atteignent leur maximum. Cette espèce tropicale adaptée aux températures plus élevées et à une hygrométrie moindre pourrait occuper la niche écologique laissée vacante en été par ces espèces européennes. Le réchauffement climatique pourrait donc là aussi favoriser ce phénomène.

■ CONCLUSION

La surveillance entomologique sentinelle des *Culicoides*, vecteurs avérés et potentiels de la FCO, s'est poursuivie en France en 2004 suivant le même protocole. Dans les années à venir, elle devrait

¹ Complexe d'espèces jumelles comprenant, outre *C. obsoleteus* et *C. scoticus*, espèces communes dans les élevages européens, d'autres espèces plus rares telles que *C. montanus* et *C. dewulfi*.

monter en puissance afin de détecter le plus précocement possible l'introduction de *C. imicola* sur le littoral, avant que des foyers cliniques de FCO n'apparaissent. D'autre part, ce réseau sentinelle fournira des informations précieuses sur les dynamiques de populations des autres espèces européennes de *Culicoides* vectrices potentielles de FCO, à savoir *C. pulicaris* et *C. obsoletus* sl. La mise au point récente d'un outil moléculaire de diagnostic permet sur des groupes de *Culicoides* piégés de détecter très rapidement la présence ou l'absence d'au moins un spécimen du vecteur principal *C. imicola* (9). Cet outil permettra également aux entomologistes de s'affranchir des tâches de diagnostic dans le cadre de la surveillance pour se consacrer à des études plus spécifiques ayant trait à la bioécologie et au rôle vecteur de l'insecte, et également à la modélisation et à l'analyse du risque. En effet, l'acquisition de ces données apparaît essentielle pour contribuer à une meilleure compréhension de l'épidémiologie de la maladie, et pour élaborer et valider des modèles prédictifs basés sur l'utilisation de la télé-détection (images satellitaires) et les logiciels d'analyse spatiale (systèmes d'information géographique ou SIG) afin d'identifier les zones à risque de FCO (3).

L'invasion de la Catalogne par *C. imicola* au cours de l'été 2003, le rôle vecteur potentiel d'espèces européennes de *Culicoides*, l'émergence récente du sérotype 4 au cours de l'automne 2003 en Sardaigne et en Corse, suivant la même dynamique spatio-temporelle que l'émergence du BTV 2 en 2000, soulignent que la FCO dans le Bassin méditerranéen reste plus que jamais d'actualité. Ceci confirme tout l'intérêt de poursuivre à l'avenir une entomosurveillance et d'amorcer des études sur la compétence vectorielle des espèces locales de *Culicoides* vis-à-vis des sérotypes circulant en Méditerranée.

Remerciements

Ce travail a été diligenté et financé par la Dgal/ministère français de l'Agriculture et conduit par le Cirad, département Emvt, avec la collaboration active de l'université Louis Pasteur de Strasbourg, l'EID-Méditerranée, la Ddsv Haute-Corse (2B) et la Ddsv Corse du Sud (2A). Nous tenons plus particulièrement à remercier G. Bousquet (Ddsv 2A), J. Lefebvre (DDSV 2B) et nos collègues entomologistes italiens (A.-L. Accorsi, W. Mignonne), espagnol (V. Sarto I Monteys) et suisse (A. Cagienard).

BIBLIOGRAPHIE

- BAYLIS M., 2002. The re-emergence of bluetongue. *Vet. J.*, **164**: 5-6.
- BAILLY-CHOUMARA H., KREMER M., 1970. Deuxième contribution à l'étude des *Culicoides* (Diptera, Ceratopogonidae). *Cah. Orstom, Sér. Ent. Méd. Parasitol.*, **8** : 383-391.
- BAYLIS M., MELLOR P.S., WITTMANN E.J., ROGERS D.J., 2001. Prediction of areas around the Mediterranean at risk of bluetongue by modelling the distribution of its vector using satellite imaging. *Vet. Rec.*, **149**: 639-643.
- BRAVERMAN Y., CHECHIK F., 1996. Air streams and the introduction of animal diseases borne on *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) into Israel. *Revue sci. tech. Off. int. Epizoot.*, **15**: 1037-1052.
- CALISTRI P., GOFFREDO M., CAPORALE V., MEISWENKEL R., 2003. The distribution of *Culicoides imicola* in Italy: application and evaluation of current Mediterranean models based on climate. *J. vet. Med.*, **50**: 132-138.
- CALLOT J., KREMER M., BAILLY-CHOUMARA H., 1970. Description de *Culicoides coluzzii* n. sp. (Diptera, Ceratopogonidae). *Bull. Soc. Zool. Fr.*, **95**: 709-718.
- CAPELA R., PURSE B.V., PENA I., WITTMANN E.J., MARGARITA Y., CAPELA M., ROMAO L., MELLOR P.S., BAYLIS M., 2003. Spatial distribution of *Culicoides* species in Portugal in relation to the transmission of African horse sickness and bluetongue viruses. *Med. Vet. Entomol.*, **17**: 165-177.
- CARACAPPA S., TORINA A., GUERCIO A., VITALE F., CALABRO A., PURPARI G., FERRANTELLI V., VITALE M., MELLOR P.S., 2003. Identification of a novel bluetongue virus vector species of *Culicoides* in Sicily. *Vet. Rec.*, **153**: 71-74.
- CETRE-SOSSAH C., BALDET T., MATHIEU B., PERRIN A., GRILLET C., ALBINA E., 2004. Molecular detection of *Culicoides* spp. and *Culicoides imicola*, the main vector of bluetongue and African horse sickness in Africa and Europe, by ITS1rDNA PCR amplification. *Vet. Res.*, **35**: 325-337.
- DALLAS J.F., CRUICKSHANK R.H., LINTON Y.M., NOLAN D.V., PATAKAKIS M., BRAVERMAN Y., CAPELA R., CAPELA M., PENA I., MEISWINKEL R., ORTEGA M.D., BAYLIS M., MELLOR P.S., MORDUE LUNTZ A.J., 2003. Phylogenetic status and matrilineal structure of the biting midge, *Culicoides imicola*, in Portugal, Rhodes and Israel. *Med. Vet. Entomol.*, **17**: 379-387.
- DELECOLLE J.C., 1985. Nouvelle contribution à l'étude systématique et iconographique des espèces du genre *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) du nord-est de la France. Thèse Doct., université Louis Pasteur, UER Sciences vie et terre, Strasbourg, France.
- DELECOLLE J.C., DE LA ROCQUE S., 2002. Contribution à l'étude des *Culicoides* de Corse. Liste des espèces recensées en 2000/2001 et redescription du principal vecteur de la fièvre catarrhale ovine : *C. imicola* Kieffer, 1913 (Diptera : Ceratopogonidae). *Bull. Soc. Entomol. Fr.*, **107** : 371-379.
- HOUARD J.M., YAMEOGO L., PHILIPPON B., 2002. Onchocerciasis in West Africa after 2002: a challenge to take up. *Parasite*, **9**: 105-111.
- KREMER M., LEBERRE G., BEAUCOURNU-SAGUEZ F., 1971. Note sur les *Culicoides* (Diptera : Ceratopogonidae) de Corse. Description de *C. corsicus* n. sp. *Ann. Parasitol.*, **46** : 653-660.
- LEFEVRE P.C., 2003. Fièvre catarrhale du mouton. In : Lefèvre P.C., Blancou J., Chermette R., eds, Principales maladies infectieuses et parasitaires du bétail. Europe et régions chaudes. Maladies bactériennes, mycoses, maladies parasitaires. Paris, France, Tec & Doc, p. 667-686.
- MELLOR P.S., BOORMAN J.P.T., WILKINSON P.J., MARTINEZ-GOMEZ F., 1983. Potential vectors of bluetongue and African horse sickness viruses in Spain. *Vet. Rec.*, **5**: 229.
- MELLOR P.S., BOORMAN J., BAYLIS M., 2000. *Culicoides* biting midges: their role as arbovirus vectors. *Annu. Rev. Entomol.*, **45**: 307-340.
- MELLOR P.S., WITTMANN E.J., 2002. Bluetongue virus in the Mediterranean Basin 1998-2001. *Vet. J.*, **164**: 20-37.
- MIRANDA M.A., BORRAS D., RINCON C., ALEMANY A., 2003. Presence in the Balearic Islands (Spain) of the midges *Culicoides imicola* and *Culicoides obsoletus* group. *Med. Vet. Entomol.*, **17**: 52-54.
- RAWLINGS P., PRO M.J., PENA I., ORTEGA M.D., CAPELA R., 1997. Spatial and seasonal distribution of *Culicoides imicola* in Iberia in relation to the transmission of African horse sickness virus. *Med. Vet. Entomol.*, **11**: 49-57.
- RIEB J.P., 1982. Contribution à la connaissance de l'écologie et de la biologie des cératopogonidés (Diptera, Nematocera). Strasbourg, France, université Louis Pasteur, UER Vie et terre, p. 395.
- SARTO I MONTEYS V., SAIZ-ARDANAZ M., 2003. *Culicoides* midges in Catalonia (Spain), with special reference to likely bluetongue virus vectors. *Med. Vet. Entomol.*, **17**: 288-293.
- SAVINI G., GOFFREDO M., MONACO F., DE SANTIS P., MEISWINKEL R., 2003. Transmission of bluetongue virus in Italy. *Vet. Rec.*, **152**: 119.

24. SELLERS R.F., MELLOR P.S., 1993. Temperature and the persistence of virus in *Culicoides* spp. during adverse conditions. *Revue sci. tech. Off. int. Epizoot.*, **12**: 733-755.
25. TORINA A., CARACAPPA S., MELLOR P.S., BAYLIS M., PURSE B.V., 2004. Spatial distribution of bluetongue virus and its *Culicoides* vectors in Sicily. *Med. Vet. Entomol.*, **18**: 81-89.
26. WATSON R.T., CORE WRITING TEAM, Eds, 2001. Climate change: synthesis report. Geneva, Switzerland, IPCC, 184 p.
27. WIRTH W.W., MARSTON N., 1968. A method for mounting small insects on microscope slides in canada balsam. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, **61**: 783-784.
28. WITTMAN E.J., MELLOR P.S., BAYLIS M., 2001. Using climate data to map the potential distribution of *Culicoides imicola* (Diptera: Ceratopogonidae) in Europe. *Sci. Tech. Rev.*, **20**: 731-740.

29. ZIENTARA S., DE LA ROCQUE S., GOURREAU J.M., GREGORY M., DIALLO A., HENDRICKX P., LIBEAU G., SAILLEAU C., DELECOLLE J.C., 2000. La fièvre catarrhale ovine en Corse en 2000. *Epidémiol. Santé Anim.*, **38**: 133-144.
30. ZIENTARA S., GRILLET C., DE LA ROCQUE S., GOURREAU J.M., GREGORY M., DIALLO A., HENDRICKX P., LIBEAU G., SAILLEAU C., ALBINA E., BREARD E., DELECOLLE J.C., 2001. La fièvre catarrhale ovine en Corse en 2001. *Epidémiol. Santé Anim.*, **40**: 129-137.
31. ZIENTARA S., SAILLEAU C., DAUPHIN G., ROQUIER C., REMOND E.M., LEBRETON F., HAMMOUMI S., DUBOIS E., AGIER C., MERLE G., BREARD E., 2002. Identification of bluetongue virus serotype 2 (Corsican strain) by reverse-transcriptase PCR reaction analysis of segment 2 of the genome. *Vet. Rec.*, **150**: 598-601.

Reçu le 15.07.2005, accepté le 16.01.2006

Summary

Baldet T., Mathieu B., Delécolle J.C., Gerbier G., Roger F. Emergence of Blue Tongue in the Mediterranean Basin and Entomological Surveillance in France

Bluetongue (BT) is an arboviral disease transmitted by biting midges (Diptera: Ceratopogonidae), which emerged in the Mediterranean in 1998 as a result of the northern spread of its main vector *Culicoides imicola* Kieffer 1913. In France, *C. imicola* was detected in the south of Corsica Island in October 2000, a few days before BT serotype 2 outbreaks. An entomological surveillance network was established in 2002 (i) in Corsica, to study the population dynamics of *C. imicola* and other *Culicoides* species associated with livestock, and (ii) on the mainland, to detect the introduction of *C. imicola*. Night catches were performed every three weeks on 12 sites in Corsica and monthly on 19 sites on the mainland. In 2002 in Corsica, a total of 180 night catches were performed. On average *C. imicola* accounted for 18% of the specimens collected and prevailed in the south of the island. Adult densities reached a peak in September. *C. imicola* was present on all the sites during eight months, confirming that BT main vector overwinters and is now well established on the island. Moreover, in 2003, *C. imicola* populations increased in the North, particularly in Balagne region. The risk of invasion in the mainland was then more significant. On the mainland, out of 233 night catches (2002-2003), two specimens of *C. imicola* were found in 2003 at two different sites. After extensive investigations the hypothesis of the installation of *C. imicola* was ruled out. The geographical and seasonal distribution of *C. imicola* and other species are discussed in relation with their bioecology and environmental factors. Entomological surveillance appears essential to better understand BT epidemiology, and to develop and validate predictive models of risk areas.

Keywords: Sheep – *Culicoides imicola* – Bluetongue – Surveillance – Corsica – France – Mediterranean region.

Resumen

Baldet T., Mathieu B., Delécolle J.C., Gerbier G., Roger F. Surgimiento de la fiebre catarral ovina en la Cuenca mediterránea y supervisión entomológica en Francia

La fiebre catarral ovina (FCO) es una enfermedad viral transmitida por *Culicoides* sp. (Diptera: Ceratopogonidae), que emerge en el Mediterráneo a partir de 1998. Este surgimiento está ligado a la propagación septentrional de su vector principal *Culicoides imicola* Kieffer 1913. En Francia, *C. imicola* fue detectado en el sur de Córcega en octubre 2000, algunos días antes de la aparición de focos de FCO serotipo 2. Una red de supervisión entomológica fue establecida en 2002: (i) en Córcega, para estudiar la dinámica de las poblaciones de *C. imicola* y de otras especies de *Culicoides* asociadas a los criaderos; (ii) en el continente, para detectar la introducción de *C. imicola*. Se realizaron capturas nocturnas cada tres semanas en los 12 sitios en Córcega y una vez por mes en los 19 sitios del continente. En 2002, en Córcega, se efectuó un total de 180 noches de capturas. *C. imicola* representa en promedio 18% de los efectivos totales capturados y predomina en el sur de la isla. Las densidades adultas alcanzan un pico en septiembre. La presencia de *C. imicola* en todos los sitios y durante ocho meses del año confirma que el vector principal de la FCO pasa el invierno y está instalado duraderamente en la isla. Además, en 2003, las poblaciones de *C. imicola* se encuentran en plena expansión en el norte, particularmente en la región Balagne. El riesgo de invasión del continente por lo tanto entonces más importante. En el continente, sobre un total de 233 noches de capturas realizadas en 2002-2003, dos especímenes de *C. imicola* fueron detectados en 2003 en dos sitios diferentes. Investigaciones profundas no pudieron demostrar la presencia de poblaciones locales establecidas. Las dinámicas estacionales y espaciales de *C. imicola* y de otras especies de interés se discuten con relación a su bioecología y a los factores del medio ambiente. Esta supervisión entomológica parece indispensable para una mejor comprensión de la epidemiología de la FCO, así como para elaborar y validar modelos de predicción de las zonas bajo riesgo.

Palabras clave: Ovino – *Culicoides imicola* – Lengua azul de los ovinos – Vigilancia – Corsega – Francia – Región mediterránea.

Experimental Hemorrhagic Septicemia of Calves with *Pasteurella multocida* Serotype E:2: Clinical, Pathologic and Microbiologic Studies

M.O. Odugbo^{1*} U.A. Turaki¹ A.E. Itodo¹
A.E.J. Okwori¹ R.A. Yakubu¹

Keywords

Cattle – Calf – Haemorrhagic septicaemia – *Pasteurella multocida* – Experimental infection – Nigeria.

Summary

Hemorrhagic septicemia (HS) was experimentally induced in seven-month-old calves (n = 2) by intratracheal inoculation of 10¹⁰ colony-forming units of six-hour log-phase *Pasteurella multocida* serotype E:2 to study its clinicopathologic features and microbiology. The incubation period was within four hours postinfection. The general continuum of clinical signs in order of manifestation was pyrexia, anorexia, dyspnea, swelling of the throat-forelimb region, tympany, nasal discharge, profuse salivation, lethargy, recumbency and death. The prominent lesions observed at necropsy were congestion of the lungs with consolidation and pleural adhesions of the apical lobes, pleurisy, edematous swelling of the throat and dewlap which exuded yellowish serum-like fluid, petechial and ecchymotic hemorrhages. Histologically, the lung lesions were typical of fibrinous bronchopneumonia with thickened alveolar septa, hyperemia, edema and cellular responses of the lungs. *P. multocida* E:2 was re-isolated bacteriologically from the lungs, lymph nodes, liver, kidneys, spleen, edema fluid, and heart blood at necropsy. The organism was not detected in the venous blood until a few hours before death. The clinical and pathological features seen in the animals showed that there were striking similarities with *P. multocida* type B:2 HS. The data should help veterinarians recognize suspected cases of HS in the field.

■ INTRODUCTION

Hemorrhagic septicemia (HS) is an acute and often fatal disease principally occurring in cattle and water buffaloes, but occasionally other domesticated and wild mammals can be affected. The disease occurs almost exclusively in Asia and Africa, although outbreaks have been reported in Europe and North America (4, 15). HS usually occurs as a primary pasteurellosis, but latent infections such as trypanosomosis have reportedly precipitated clinical HS (5). *Pasteurella multocida* serotypes B:2 (6:B) and E:2 (6:E) are the principal causes of HS. Although serotype B:2 has been mainly reported in Asian countries and E:2 in African countries (4, 5, 9), both serotypes have been recovered from the disease in some African

countries (11). Besides type B:2, several other B serotypes (B:3, B:4 and B:3,4) have been incriminated in recent years in sporadic outbreaks of HS in cattle and feral ruminants such as deer, elk and bison (15).

Unlike bovine HS due to *P. multocida* B:2, very little is known about the pathogenesis of bovine HS caused by *P. multocida* E:2. In Africa, serotype E:2 appears to be dominant, with cattle rather than water buffaloes being mainly involved. The extent of losses from the disease are represented by mortalities of 200 to 10,000 cattle reported in Zambia and Zimbabwe (6, 10). Published literature on HS in Africa is limited to epidemiological studies. While the literature abounds on the pathogenesis of *P. multocida* type B:2, reports on the clinicopathologic features of type E:2 are fragmentary (12). Although definitive diagnosis of HS is currently made by bacteriological identification of the causative agent, the veterinarian in the field may rely on clinical and pathological features to tentatively diagnose the disease. The paucity of information on the clinical and pathological features of HS in Africa has made

1. National Veterinary Research Institute, Vom, Plateau State, Nigeria

* Corresponding author

E-mail: odugm@yahoo.com

Tel. (cell.): 234 80 35 95 62 89

the diagnosis of the disease in the field difficult. This is further complicated by the fact that other diseases such as anthrax, rinderpest and clostridial disease are analogous to HS in the field (4). There are thus more speculations than accurate diagnosis of HS since the disease occurs mainly in regions where husbandry practices are primitive, and consequently disease surveillance and diagnostic systems are poorly developed.

This preliminary study was designed to reproduce and highlight the clinicopathologic signs and the microbiology of HS caused by *P. multocida* E:2 in susceptible calves, and thus to assist veterinarians in recognizing cases in the field.

■ MATERIALS AND METHODS

Experimental animals

Six- to seven-month-old conventionally reared susceptible calves in apparently healthy conditions and free of *P. multocida* were used. In preinoculation sera, antibody levels to *P. multocida* type E:2, as determined by the indirect hemagglutination (IHA) (3) test, were negative. Prior to infection of the calves, vital signs (rectal temperature, pulse and respiratory rates) were monitored daily for one week to observe whether they remained afebrile and free of any clinical signs of diseases.

Infection method

The calves were dosed intratracheally with 10 ml bovine isolate of *P. multocida* serotype E:2 grown with slow shaking (150 rpm) at 37°C for 6 hours in Lab-Lemco broth (Oxoid) enriched with 0.5% yeast extract. The dose represented 10¹⁰ colony forming unit or 1000LD₅₀ (1), while the control calves were inoculated intratracheally with 10 ml of sterile enriched Lab-Lemco broth.

Experimental design

Four calves were allocated to two groups of two calves and housed in separate rooms of the same building. One group was inoculated with *P. multocida* serotype E:2 while the other group served as a sham-inoculated control. Clinical scores were recorded daily after infection and the calves that died were necropsied.

Clinical observations

The calves were observed twice daily after inoculation at which time rectal temperature and clinical signs were recorded until death occurred.

Microbiology

Nasal swabs for isolation of bacteria were collected before inoculation and daily after inoculation until death of the animals. The swabs were cultured on blood agar, incubated overnight at 37°C. Tissues or organs obtained at necropsy were also cultured for bacteria on blood agar. The isolates were confirmed as *P. multocida* E:2 by the IHA procedure (3) and gel diffusion precipitin test (7).

Necropsy procedure

At death the calves were necropsied and gross lesions recorded. Control calves were euthanatized and necropsied at the end of the period of observation (120 h postinoculation). Tissues were fixed in 10% phosphate buffered formalin for 24 h before embedding in paraffin for sectioning. Sections were cut at 4 to 6 microns and all were stained with hematoxylin and eosin and examined microscopically.

■ RESULTS

Clinical observations

The incubation period observed via the intratracheal route of infection lasted in this study about four hours. The clinical course of the disease in the calves lasted from about four hours up to 120 hours (five days) postinfection. During these time intervals, the prominent signs included increased rectal temperature, depression, anorexia, respiratory distress, profuse salivation, recumbence and death (Table I). Edematous swelling was observed in the throat, dewlap and around the forelimbs regions. No clinical signs were observed in the control.

Necropsy findings

At postmortem, subcutaneous edema with serogelatinous fluid in the submandibular, throat and dewlap region were the most conspicuous lesions. The subcutaneous tissue was strewn with petechial hemorrhages. The cases were diagnosed as fibrinous bronchopneumonia, with little fibrin exudation, some interstitial lymph vessel thrombosis, and features of suppurative bronchitis. While the lungs of one of the calves had generalized congestion, the second calf had in addition consolidation of the right apical lobe, pleurisy, pericarditis and adhesion of the right lungs to the costal wall. Lobulated appearance of the lungs due to thickening of the interlobular septa was evident. Cross sections of consolidated lobes showed mostly dark red lobules, with small grey-white foci of alveolar size in place of air filled spaces. Fibrin in interstitial septa was not prominent. Bronchi contained copious amounts of purulent pasty material, especially obvious when pressure was applied to the adjacent parenchyma.

On low power microscopic examination, the lesions resembled those of a multifocal inflammatory process; few or many alveoli near bronchi and bronchioles were filled with inflammatory exudates and there was partial necrosis of the bronchial mucosa. Fibrin in alveoli was less prominent; inflammatory cells in alveoli were a mixture of macrophages and neutrophils. On higher magnification, bacterial colonies were seen in most lobules. There was vascular thrombosis, especially of capillaries. Lobular necrosis did not occur. The prescapular, bronchial, hepatic and mesenteric lymph nodes were enlarged and incision of these nodes revealed a gelatinous fluid. The liver and bile ducts were inflamed, but the spleen and kidney were normal in appearance. The internal lining of the gastrointestinal tract was dark and showed signs of hyperemia with hemorrhages. Necroses of the muscle fibers and vasculitis were observed. The prescapular lymph nodes had fibrin and edema in the nodal tissues with accompanying thrombosis of blood and lymphatic vessels. There were no gross or microscopic changes in the control calves.

Bacteriological re-isolation

Pasteurella multocida was not isolated from the nasal passages of the calves prior to challenge. The *P. multocida* E:2 inoculum was re-isolated from the challenged animals from a variety of samples, including nasal secretions at the later stages of infection, 2-3 days postinfection. Edema of the throat-dewlap-forelimb was rich in *P. multocida* at the different stages of the clinical course. At necropsy, *P. multocida* was isolated from the lung, kidney, liver, spleen, heart blood and lymph nodes. Cultures of blood were negative until about the 60th hour postinfection. *Pasteurella* isolation from bone marrow was positive about 24 hours after the animals' death. *P. multocida* was not isolated from blood or any other tissues of the control calves.

Table 1

Synopsis of the clinical course of hemorrhagic septicemia observed in calves following intratracheal challenge with *Pasteurella multocida* serotype E:2

Time (hours)	Mean temperature (°C)	Mean respiratory rate/min	Mean pulse rate/min	Other clinical signs
0	38.5	24	82	Animals look normal
4	40.2	28	88	Rough hair coat, reduced appetite, dyspnea
12	41.0	27	90	Listlessness, anorexia, mucus nasal discharge, ocular discharge, dyspnea
18	39.5	26	112	Anorexia, dyspnea, tympany, edema of dewlap and throat regions, lethargy
24	41.0	27	94	Mucus nasal discharge, profuse salivation, anorexia, increased edema of dewlap, reduction in skin turgor (dehydration), lethargy
30	41.8	34	80	Mucus nasal discharge, drooling, dyspnea, anorexia, edema of throat and dewlap, lethargy, recumbence
36	39.8	24	74	Mucus nasal discharge, dyspnea, edema of throat-forelimb region, anorexia, lethargy, recumbence (and death of one of the calves)
48	40.5	24	84	Surviving calf shows mucus nasal discharge, reduced dyspnea, edema, anorexia, lethargy
54	40.9	26	80	Same as at 48 th hour
60	41.0	24	70	Mucus nasal discharge, anorexia, edema of throat-forelimb region, lethargy
72	39.8	26	84	Mucus nasal discharge, slight appetite, dyspnea, edema, tremor
78	40.5	22	104	Mucus nasal discharge, edema of dewlap, tympany, dehydration, emaciation, lethargy
84	40.5	20	108	Mucus nasal discharge, dullness, reduced appetite, diarrhea, lethargy, recumbence
96	38.8	22	80	Diarrhea, dyspnea, foamy salivation, lethargy, recumbence
102	39.9	20	72	Same as at 96 th hour
120	38.8	18	70	Death of second calf

DISCUSSION

In the natural HS disease, the *P. multocida* organism is believed to gain entry via the tonsillar region of the nasopharynx following inhalation or ingestion (1, 5). In the natural disease the frequently reported signs are either the acute form of the disease with sudden death of the calves with no apparent clinical signs, or the subacute form characterized by pneumonic traits of HS. Although there are no clear-cut differences, Rhoades et al. (14) observed that in experimentally induced HS, the nature of the lesions depended on the route of infection; pneumonic lesions dominated when the route of infection was intranasal. The intratracheal route of infection used in this study closely mimicked the natural intranasal route.

In this transmission experiment, the clinical syndrome displayed four phases distinguishable by practitioners in the field (13): an initial phase of normalcy in which the animal looked alert with a lustrous coat and no signs of disease; a subdued phase in which the animal looked less alert and showed signs such as a rough haircoat,

increased rectal temperature, nasal and ocular discharges, dyspnea, submandibular swelling and reduced appetite; an apathetic third phase in which the animal responded rather slowly with coat losing luster in addition to symptoms of dyspnea, anorexia, extension of edema to dewlap and forelimb regions; and a final phase in which the animal showed a decrease in rectal temperature presumably owing to a loss of homeostatic control of temperature, severe edematous swelling of the submandibular-dewlap-forelimb, emaciation, tympany, recumbence and death. The course of the disease lasted between three and five days and there were various overlaps of the phases. The course of the disease generally recorded in natural outbreaks is however reportedly shorter than in experimental transmission suggesting that in natural field outbreaks the initial phases may escape notice (5).

The clinical and pathological findings in the challenged animals resembled the naturally occurring cases recorded by Bastionello and Jonker (2) for *P. multocida* type E:2 HS. A frequent clinicopathology, which helps in the diagnosis of HS in cattle, is a subcutaneous edema with serosanguinous fluid in the throat-forelimbs

region, which also characterized the present findings. Gross pathological changes were largely limited to the thoracic cavity. Major differences were observed between the two calves: in one of them the lungs had generalized congestion with less complications; in the other the classical pneumonic form of HS was present, characterized by consolidation of the right apical lobe and adhesion of the right lung to the rib cage, depicting the diverse range of pathological features of HS seen in the field. De Alwis (5) showed that the extent of lesions depended on the duration of the disease. In peracute cases where death occurred in 24-36 hours, no more than a few scattered petechial hemorrhages were seen. When the course of the disease was more than 72 hours, there was extensive pneumonia, pleurisy and pericarditis with marked adhesions.

The challenged animals in this study developed septicemia as evidenced by the presence and re-isolation of the challenge organism from a variety of tissues and secretions. While it may be possible to isolate *P. multocida* from nasopharyngeal and saliva swabs of infected calves in the course of the disease, interpretation of the results should be tentative. It should be noted that *P. multocida* can be isolated as commensals from the intestinal and respiratory tracts of calves not suffering from pasteurellosis so the significance of the isolation of small numbers from these sites should be assessed in the light of pathological findings and the possible presence of other pathogens (8). A definitive bacteriological isolation can be made at autopsy from a range of numerous tissues and organs, namely, throat edema, lungs, lymph nodes, spleen, liver, and heart

blood of animals that succumbed to the acute form of the disease, as supported by the present findings. About 24 hours after death, *Pasteurella* could be isolated from the bone marrow tissue perhaps due to the rapid multiplication of the organism at tropical temperatures of 37-39°C.

■ CONCLUSION

From a diagnostician point of view, although a definitive diagnosis of HS is by bacterial isolation, a diagnosis based on clinical and morphologic criteria as described in this study might be helpful in cases where microbiological examination is either not possible because of submission of formalin fixed material, or because antibiotic treatment of the animal may have precluded isolation of microorganisms. The clinicopathological findings show that there are striking similarities between HS *P. multocida* types B:2 and E:2 (1, 5, 16). Appropriate comparative transmission studies are underway to compare the relative pathogenicity of the main three recognized etiological serotypes of *P. multocida* (B:2, E:2, and B:3,4) associated with HS in cattle.

Acknowledgments

The authors thank the Director of the National Veterinary Research Institute, Vom, Nigeria, for permission to publish these findings.

REFERENCES

1. BAIN R.V.S., DE ALWIS M.C.L., CARTER G.R., GUPTA B.K., 1982. Hemorrhagic septicemia. Rome, Italy, FAO. (Animal production and health No 33)
2. BASTIONELLO S.S., JONKER M.R., 1981. A report on the occurrence of septicaemia caused by *Pasteurella multocida* type E in cattle from Southern Africa. *J. S. Afr. Vet. Assoc.*, **52**: 99-104.
3. CARTER G.R., 1990. Diagnosis of haemorrhagic septicaemia. In: Veterinary diagnostic bacteriology. A manual of laboratory procedures for selected diseases of livestock. Rome, Italy, FAO, p. 49-75. (Animal production and health No 81)
4. CARTER G.R., DE ALWIS M.C.L., 1989. Haemorrhagic septicaemia. In: Adlam C., Rutter J.M., Eds., *Pasteurella* and pasteurellosis. London, UK, Academic Press, p. 131-160.
5. DE ALWIS M.C.L., 1995. Haemorrhagic septicaemia (*Pasteurella multocida* serotype B:2 and E:2 infection) in cattle and buffaloes. In: Donachie W., Lainson F.A., Hodgson J.C., Eds., *Haemophilus, Actinobacillus and Pasteurella*. New York, USA, London, UK, Plenum Press, p. 9-24.
6. FRANCIS B.K.T., SCHELS H.F., CARTER G.R., 1980. Type E *Pasteurella multocida* associated with haemorrhagic septicaemia in Zambia. *Vet. Rec.*, **107**: 135.
7. HEDDLESTON K.L., GALLERGER J.E., REBERS P.A., 1972. Fowl cholera: gel diffusion precipitin test for serotyping *Pasteurella multocida* from avian species. *Avian Dis.*, **16**: 925-936.
8. JUBB K.V.F., KENNEDY P.C., PALMER N., 1985. Pathology of domestic animals, 3rd Edn. London, UK, Academic Press.
9. KUMAR A.A., SHIVACHANDRA S.B., BISWAS A., SINGH V.P., SINGH P.V., SRIVASTAVA S.K., 2004. Prevalent serotypes of *Pasteurella multocida* isolated from different animal and avian species in India. *Vet. Res. Commun.*, **28**: 657-667.
10. LANE E.P., KOCK N.D., HILL F.W.G., MOHAN K., 1992. An outbreak of haemorrhagic septicaemia (septicaemic pasteurellosis) in cattle in Zimbabwe. *Trop. Anim. Health Prod.*, **24**: 97-102.
11. MARTRENCHAR A., NJANPOP B.M., 1994. First observation of an outbreak of haemorrhagic septicaemia due to *Pasteurella multocida* serotype B6 in Northern Cameroon. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **47**: 19-20.
12. NAGY C.K., PENN C.W., 1976. Protection of cattle against haemorrhagic septicaemia by capsular antigens of *Pasteurella multocida* serotypes B and E. *Res. vet. Sci.*, **20**: 249-253.
13. REEVE-JOHNSON L., 2001. Relationships between clinical and pathological signs of disease in calves infected with *Mannheimia (Pasteurella) haemolytica* type A1. *Vet. Rec.*, **149**: 549-552.
14. RHOADES K.R., HEDDLESTON K.L., REBERS P.A., 1967. Experimental haemorrhagic septicaemia: gross and microscopic lesions resulting from acute infections and from endotoxin administration. *Can. J. comp. Med.*, **31**: 226-233.
15. RIMLER R.B., 2000. Restriction endonuclease analysis using Hhal and HpaII to discriminate B *Pasteurella multocida* associated with haemorrhagic septicaemia. *J. Med. Microbiol.*, **49**: 81-87.
16. ZAMRI-SAAD M., SAHAREE-AZIZ A., 1990. The pathology of experimental haemorrhagic septicaemia in cattle. *Trop. Vet.*, **8**: 1-7.

Reçu le 20.05.2005, accepté le 07.11.2005

Résumé

Odugbo M.O., Turaki U.A., Itodo A.E., Okwori A.E.J., Yakubu R.A. Septicémie hémorragique (*Pasteurella multocida* sérotype E:2) expérimentale chez des veaux : étude clinique, pathologique et microbiologique

Une septicémie hémorragique (SH) a été induite expérimentalement chez des veaux de sept mois (n = 2) par inoculation intratrachéale de 10^{10} unités formant colonies d'une culture de *Pasteurella multocida* sérotype E:2 de 6 h en phase de croissance exponentielle pour étudier l'aspect clinico-pathologique de l'infection et faire l'analyse microbiologique. La période d'incubation a duré quatre heures après l'infection. La série de signes cliniques généraux, classés par ordre de leur manifestation, ont été les suivants : fièvre, anorexie, dyspnée, gonflement de la région gorge-membres avant, tympanisme, jetage, salivation abondante, léthargie, décubitus et mort. A la nécropsie, les lésions prédominantes observées ont été : congestion pulmonaire avec symphyse pleurale des lobes craniaux, pleurésie, gonflement œdémateux du pharynx et du fanon avec exsudation d'un liquide jaunâtre semblable au sérum, et hémorragies dermiques et ecchymotiques. L'analyse histologique a révélé que les lésions pulmonaires étaient typiques de celles de la broncho-pneumonie fibrineuse avec épaississement des parois alvéolaires, congestion, œdèmes et réponse cellulaire des poumons. A la nécropsie, *P. multocida* sérotype E:2 a été à nouveau isolé bactériologiquement des poumons, des nœuds lymphatiques, du foie, des reins, de la rate, du fluide œdémateux et du sang cardiaque. Cet agent pathogène n'a pas été détecté dans le sang veineux jusqu'à quelques heures avant la mort. Les aspects cliniques et pathologiques observés sur les animaux ont montré des ressemblances frappantes avec *P. multocida* sérotype B:2 HS. Ces données devraient permettre aux vétérinaires de reconnaître les cas suspects de SH sur le terrain.

Mots-clés : Bovin – Veau – Septicémie hémorragique – *Pasteurella multocida* – Infection expérimentale – Nigeria.

Resumen

Odugbo M.O., Turaki U.A., Itodo A.E., Okwori A.E.J., Yakubu R.A. Septicemia hemorrágica experimental en terneros con *Pasteurella multocida* serotipo E:2: estudios clínicos, patológicos y microbiológicos

Se indujo experimentalmente una septicemia hemorrágica (HS) en terneros de 7 meses de edad (n = 2), por inoculación endotraqueal de 10^{10} unidades precursoras de colonias de *Pasteurella multocida* serotipo E:2 en fase log de 6 horas, con el fin de estudiar las características clinico-patológicas y microbiológicas de la infección. El período de incubación fue de 4 horas post infección. La continuidad general de los signos clínicos por orden de manifestación fue pirexia, anorexia, disnea, inflamación de la región entre el miembro anterior y la garganta, timpanismo, descarga nasal, salivación profusa, letargia, decúbito y muerte. Las lesiones prominentes observadas durante la necropsia fueron congestión de los pulmones con consolidación y adherencias pleurales de los lóbulos apicales, pleuresía, inflamación edematosa de la garganta y epiglotis, con exudados amarillentos líquidos similares al suero, petequias y equimosis hemorrágicas. Histológicamente, las lesiones de los pulmones fueron típicas de una bronconeumonía fibrosa con septos alveolares gruesos, hiperemia, edema y respuestas celulares de los pulmones. Durante la necropsia, *P. multocida* E:2 fue aislada de nuevo bacteriológicamente de los pulmones, linfonodos, hígado, riñones, bazo, fluido edematoso y sangre del corazón. El organismo no se detectó en sangre venosa hasta varias horas después de la muerte. Las características clínicas y patológicas observadas en los animales muestran grandes similitudes con *P. multocida* tipo B:2 HS. Estos datos deberían ayudar a los veterinarios a reconocer los casos sospechosos de HS en el campo.

Palabras clave: Ganado bovino – Ternero – Septicemia hemorrágica – *Pasteurella multocida* – Infección experimental – Nigeria.

Gestion et analyse des données d'enquêtes en élevage tropical

du 28 septembre au 20 octobre 2006
Frais d'inscription : 2 700 euros

La formation s'appuie sur :

- un logiciel de suivi de troupeaux développé par le Cirad-emvt (LASER : Logiciel d'aide au suivi des ruminants). LASER utilise le logiciel de gestion de base de données relationnelles ACCESS ;
 - un logiciel de programmation et de traitement statistique : R.
-

Méthodologie de l'épidémiosurveillance

du 23 octobre au 24 novembre 2006
Frais d'inscription : 1 900 euros

A la fin de cette formation, pour concevoir, réaliser, organiser et créer un réseau d'épidémiosurveillance, les participants seront capables :

- de concevoir et d'organiser un réseau d'épidémiosurveillance
 - de concevoir et de mettre en place des actions d'épidémiosurveillance
 - de concevoir, d'organiser et d'animer les formations dans le cadre de la mise en place et du fonctionnement du réseau
 - de mettre en place et de conduire les actions de communication interne et externe dans le cadre de la mise en place et du fonctionnement du réseau
 - d'évaluer le fonctionnement du réseau
-

Aquaculture tropicale

du 04 au 15 décembre 2006
Frais d'inscription : 950 euros

Tout en se familiarisant avec les spécificités des animaux aquatiques, les participants, à l'issue de cette formation, seront capables :

- d'évaluer l'opportunité de développer l'aquaculture dans une zone donnée
 - d'identifier les systèmes d'élevage les plus appropriés à la zone et de concevoir les itinéraires techniques adaptés correspondant
 - de contribuer à la structuration et au renforcement de la filière piscicole
 - d'assurer l'interface entre les organismes de recherche et les organismes de développement dans le domaine de l'aquaculture
-

Gestion et traitement de données appliqués à l'épidémiosurveillance

du 27 novembre au 15 décembre 2006
Frais d'inscription : 2 135 euros

A l'issue de cette formation, les participants seront en mesure :

- de maîtriser les fonctions de base des logiciels ACCESS (création d'une base de données) et Map-Info (création de cartes)
 - de créer des outils pour la gestion des données d'un réseau d'épidémiosurveillance
 - de mettre en relation une base de données avec Map-Info et de représenter la distribution d'une maladie animale
 - de réaliser des analyses thématiques simples pour représenter des données et produire des documents cartographiques d'aide à la décision
-

Un devis personnalisé peut être établi sur simple demande. Le Cirad n'est pas en mesure d'accorder des bourses. Il convient donc de faire une demande auprès d'instances nationales ou internationales (ambassade, Ong, Projet...). Le nombre de places étant limité il est recommandé de s'inscrire au moins trois mois avant le début des cours.

Les candidatures comprenant un CV détaillé, une lettre de motivation et des indications sur l'organisme de gestion de la bourse, doivent être adressées au secrétariat des cours :

Cirad, département Emvt, TA 30 / B, 34398 Montpellier Cedex 5, France
Tél. : +33 (0)4 67 59 39 02 ; fax : +33 (0)4 67 59 37 97
E-mail : marie-caroline.estienne@cirad.fr

Serological Survey of Bovine Brucellosis in Cameroon

O. Shey-Njila^{1,4} Daouda¹ E. Nya¹ P.A. Zoli¹
K. Walravens² J. Godfroid^{2,3} S. Geerts^{4*}

Keywords

Cattle – *Brucella* – Brucellosis – ELISA – Immunoenzyme techniques – Complement fixation test – Agglutination test – Morbidity – Cameroon.

Summary

A serological survey was carried out at the abattoir of Dschang (West Cameroon) from August 2002 to July 2003 in order to determine the prevalence of bovine brucellosis. Eight hundred and forty sera of cattle were examined for brucellosis by indirect ELISA (iELISA) and the rose bengal test (RBT). The seroprevalence of brucellosis was 9.64 and 4.88% by iELISA and RBT, respectively. Eighty-one samples that gave positive results in iELISA and 50 randomly selected samples that reacted negatively in iELISA and RBT were further tested by the complement fixation test (CFT) and the slow agglutination of Wright with EDTA (SAW-EDTA). All the RBT/iELISA negative samples were confirmed as negative by the other tests, suggesting that iELISA and RBT showed a high specificity in the tested population. Of the iELISA positive samples, 37.8% were classified as positive by SAW-EDTA, RBT, and CFT, 39.2% were classified as negative by SAW-EDTA, RBT, and CFT, and 23.0% were classified as positive by one or two of the three confirmatory tests. Given the lack of sensitivity of these confirmatory tests, particularly when chronicity of the infection and extensive husbandry systems (pastoralism) prevail, the best estimation of the actual prevalence of brucellosis was based on the iELISA results and was close to 10%.

INTRODUCTION

Brucellosis caused by bacteria of the genus *Brucella* is considered one of the most widespread zoonoses in the world (8, 15). The importance of this highly contagious disease is due both to its economic impact on the animal industry and to the severe hazard it represents to human health (17). Brucellosis caused by *B. abortus*

is of serious economic importance to the cattle industry as shown by the enormous financial losses reported in several countries (10, 13, 16, 23, 26). While the disease is being eradicated in several countries of the European Union (12), it continues to be a major public and animal health problem in many regions of the world, particularly where livestock is a major source of food and income (8). In sub-Saharan Africa, brucellosis is regarded as a major problem among ruminants (13, 29), and its epidemiology and impact have been reported in several countries (15).

In Cameroon, however, no recent data is available on brucellosis. In the 1980s, a number of studies were carried out in the northern part of the country, where the seroprevalence ranged from 7.5 to 31% depending on the geographic region, using sampling methods and diagnostic techniques (3, 4, 5, 6, 7). No outbreaks of bovine brucellosis have been reported to the World Organisation for Animal Health (OIE) by Cameroon since 1996 (20). Also, the prevalence data of brucellosis from slaughter records and cattle farms are not often available or are likely to underestimate the actual prevalence

1. Department of Animal Science, University of Dschang, PO Box 222, Dschang, Cameroon

2. Veterinary and Agro-Chemical Research Institute, Groeselenberg 99, 1180 Brussels, Belgium

3. University of Pretoria, Faculty of Veterinary Science, Department of Veterinary Tropical Diseases, Private Bag X04, Onderstepoort 0110, South Africa

4. Animal Health Department, Institute of Tropical Medicine, Nationalestraat 155, 2000 Antwerp, Belgium

* Corresponding author

Tel: +32 (0)3 247 62 62; fax: +32 (0)3 247 62 68

E-mail: sgeerts@itg.be

of the disease. However, there have been case reports of brucellosis in humans from 2000 to 2002, but the most likely source was not further specified (20). Given the fact that the threat to livestock production and human health caused by *B. abortus* in Cameroon is not well known, a serological survey was undertaken at the abattoir of Dschang (West Cameroon) to assess the seroprevalence of bovine brucellosis using different serological tests.

MATERIALS AND METHODS

Study site

Dschang is the capital of Menoua division in the West province of Cameroon (Figure 1). The town is located between latitude 5° 27' N and longitude 10° 02' E. Mean annual rainfall ranges from 1500 to 2000 mm. The cattle population is estimated at 5250 head (MINEPIA-Dschang, 2003, pers. commun.). The majority of cattle and small ruminants are kept under an extensive animal husbandry system and are often grazing together. There is only one slaughterhouse in Dschang, where pigs and cattle are slaughtered on a daily basis. Cattle slaughtered there originate partly from local farms but the majority comes from large herds in neighboring North West and Adamawa provinces. Currently, vaccination against brucellosis in livestock is not carried out in these regions.

Data collection

Sample collection from the abattoir of Dschang took place between August 2002 and July 2003. Blood samples were collected from 840 animals, representing about two thirds of the total number of cattle slaughtered at the abattoir for a period of one year. The number of samples collected per month ranged from 12 to 142 with an average of 70 samples per month. The majority of the animals ($n = 551$) were females, against 289 males. All animals were zebus (*Bos indicus*) of the breed Ako (White Fulani) and Djafoun (Red Fulani), numbering 232 and 608, respectively. The ages of the animals sampled ranged from 2 to 9 years. The sera obtained were stored at a temperature of -20°C and later shipped to the Veterinary and Agrochemical Research Centre (VAR, officially accredited for brucellosis serology, Brussels, Belgium) for further analysis. During the survey, the origin of the animals was also recorded.

Serology

All 840 samples were tested by the rose bengal test (RBT) and by indirect enzyme-linked immunosorbent assay (iELISA). RBT was carried out in the parasitology laboratory of the University of

Dschang (Cameroon) and results were confirmed at VAR. ELISA, the complement fixation test (CFT), and slow agglutination of Wright- (SAW-)EDTA were conducted at VAR. Only samples that gave positive results for ELISA were further tested by CFT and SAW-EDTA. Fifty samples that tested negative by both ELISA and RBT were randomly selected and tested by CFT and SAW-EDTA.

Rose bengal test

RBT was performed as described by Alton et al. (2). Briefly, the sera and antigen were brought to room temperature for 45 min before use. One *Brucella* positive and one negative reference samples were used on each plate. Equal volumes (30 μl) of serum and antigen (concentrated suspension of *B. abortus*, Weybridge strain 99; Institut Pourquier, France) were mixed and rotated on a glass plate for 4 min. Agglutination values were recorded as negative (-) and positive (+, ++, +++, and +++) representing different degrees of agglutination.

Indirect enzyme-linked immunosorbent assay

iELISA was performed according to Limet et al. (14) using *B. abortus* biotype 1 (Weybridge 99) as antigen. Protein G-horse radish peroxidase (G-HRP) was used as conjugate as described by Saegerman et al. (24). For the standard curve, 6 dilutions (1/1000–1/32000) of the positive reference serum (No. 1121) were prepared. Reading of optical densities (OD) was done at 492 nm and 620 nm using an automatic ELISA reader (WALLAC). The results ($\text{OD}_{492} - \text{OD}_{620}$) were expressed as antibody units in comparison with a reference serum. The conversion of ODs into units (U/ml) was done using six dilutions of the reference serum to establish a standard curve. The cut-off value was defined at 2 U/ml of test serum.

Complement fixation test

CFT was performed in microplates according to OIE's manual (19). Briefly, in 96-well microtiter plates, a 25 μl aliquot of each serum and controls (negative and positive) were serially diluted in veronal-saline buffer. A 25 μl volume of previously titrated antigen (*B. abortus* biotype 1, Weybridge 99; Antifix, Synbiotics Europe, France) was then added to each well, followed by 25 μl of complement (Virion Medical Microbiology, Switzerland). After incubation at 37°C for 30 min, 25 μl of sensitized sheep erythrocytes were added to each well and plates were again incubated at 37°C for 30 min.

After incubation, the plates were spun (500 g for 3 min) and the results evaluated as follows: 100% hemolysis was considered a negative reaction, while reactions showing 75, 50 or 25% of hemolysis were considered positive. Sera with positive fixations at a titer equivalent to or higher than 20 international complement fixation units (ICFTU), as prescribed by the European Union, were considered to be positive.

Slow agglutination of Wright with EDTA

SAW was carried out with EDTA as described by Garin et al. (9). The antigen used was *B. abortus* biotype 1 Weybridge 99 (Synbiotics Europe, France). Sera were serially diluted at 1/12.5, 1/25, 1/50, 1/100, 1/200, 1/400 in 96-well microtiter plates. The plates were agitated and incubated at 37°C for 20–24 h. Reading was done on the basis of the degree of agglutination and expressed in international units (IU). Any serum with an antibody titer greater than or equal to 30 IU/ml, as prescribed by the EU, was considered positive.

RESULTS

Seroprevalence of bovine brucellosis

Out of 840 sera, 9.64% and 4.88% were positive by iELISA and RBT, respectively (Table I). All samples which gave a positive

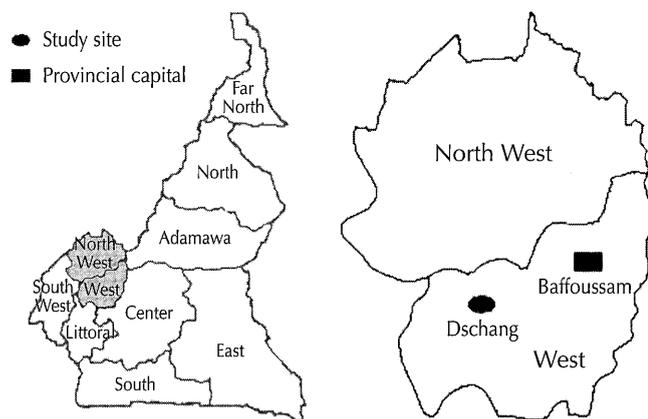


Figure 1: Study area in the Western Highlands of Cameroon.

result in RBT were also positive in iELISA. Based on a sensitivity of 96.25% (18) and a specificity of 97.73% (24) of iELISA, the prevalence was estimated to be close to 10%, and the positive and negative predictive values of iELISA were 81.90 and 99.59%, respectively.

Over 80% of the cattle slaughtered in the abattoir of Dschang originated from the North West and Adamawa provinces, which are among the leading cattle producing regions in Cameroon. Abattoir records of the abattoir of Dschang did not reveal any information on the occurrence of brucellosis.

Evaluation of the correlation between iELISA, RBT, CFT, and SAW-EDTA

All iELISA positive ($n = 81$) and 50 randomly selected samples, which were negative in iELISA and RBT, were examined by SAW-EDTA, RBT and CFT. Out of the iELISA positive samples, 37.8% (28/74) were classified as positive by SAW-EDTA, RBT and CFT, 39.2% (29/74) were classified as negative by SAW-EDTA, RBT and CFT, and 23.0% (18/74) were classified as positive by one or two of the three confirmatory tests (Table II).

Table I

Seroprevalence of brucellosis in slaughter cattle at the abattoir of Dschang, West Cameroon

Test used	Num. tested	Num. positive	Seroprevalence (%)
iELISA	840	81	9.64
Rose bengal test	840	41	4.88

iELISA = indirect enzyme-linked immunosorbent assay

Table II

Comparison of the results of iELISA, RBT, CFT and SAW-EDTA in 124* samples from the abattoir of Dschang, West Cameroon

iELISA	SAW-EDTA	CFT	RBT	Total num. of cattle
0	0	0	0	50
1	0	0	0	29
1	0	0	1	4
1	0	1	1	2
1	1	0	0	3
1	1	0	1	6
1	1	1	0	2
1	1	1	1	28

* Only 74 out of 81 iELISA positive sera were available in sufficient amounts
iELISA = indirect enzyme linked-immunosorbent assay; SAW-EDTA = slow agglutination of Wright; RBT = rose bengal test; CFT = complement fixation test
1 = positive test result; 0 = negative test result

DISCUSSION

The seroprevalence of bovine brucellosis in the abattoir of Dschang (4.88 and 9.64 using RBT and iELISA, respectively) indicated that in the Western Highlands of Cameroon the infection was enzootic. The fact that 80% of the cattle slaughtered in the abattoir of Dschang came from the Northwest and Adamawa provinces confirmed that not only the Western Highlands were enzootic but also the Adamawa, where brucellosis had been reported previously (3). Since vaccination against brucellosis was not implemented in the region, the seroprevalence figures obtained are a reliable estimate of exposure to wild type *Brucella* spp.

There was, however, no further investigation to identify the *Brucella* species infecting cattle in this area, where breeding of cattle alongside goats and sheep is a common practice. It is therefore not possible from the results of this study to rule out that besides *B. abortus* infections, *B. melitensis*, originating from the small ruminant reservoir, may also infect cattle as described previously in the Mediterranean Basin (19, 28). This study has revealed that, in spite of the fact that official data from Cameroon about brucellosis have been lacking since 1996 (20), the disease is still enzootic in the country and the risk posed to the human population and the economy of cattle production should not be underestimated (11).

iELISA is known to be more sensitive than the traditional tests (RBT, CFT, SAW and SAW-EDTA) (19). The fact that all RBT positive samples were also classified as positive by iELISA strongly suggests that seropositivity was indeed due to sensitization by *Brucella* spp., and most probably by *Brucella abortus*. It is widely accepted that agglutination tests (SAW-EDTA and to a lesser extent RBT) are not recommended for the diagnosis of chronic brucellosis since these tests mainly detect IgM. The amount of IgM found in the sera will decline with time and become undetectable in agglutination tests in most chronic cases (19). However, in experimental conditions agglutination tests are able to detect infections as early as two weeks postinfection and thus remain excellent tools to use in order to detect early infections (12). It is also documented that CFT may not detect animals that have been recently infected naturally, or experimentally with 10^7 CFU via the conjunctival route (a dose that is known to induce 70% of abortions under experimental conditions; 21).

Altogether, the present results reinforced the fact that one needs to interpret serological results according to the epidemiological situation. In this particular case, results suggested that brucellosis was enzootic in this extensive animal husbandry system (pastoralism). In such a system, in the absence of any control program, prevalence rates and infectious loads are *a priori* low. The results suggested that, although RBT could be used as a screening test for brucellosis due to its low cost and easy execution, iELISA provided better estimates of the actual prevalence of the infection. Indeed, in this husbandry system, it was likely that the iELISA positive results were for the majority true positive results although it could not be ruled out that there might have been some false positive results due to cross-reactive bacteria or illegal use of B19 vaccination (24). The presence of *Yersinia enterocolitica* serovar O:9, that can induce false positive reactions in brucellosis serological tests, is not known in Cameroon. However, because these bacteria mainly occur in temperate regions and only induce short term serological reactions in infected cattle, it is unlikely that *Y. enterocolitica* O:9 had an influence on the prevalence rate of bovine brucellosis reported in this study. In order to validate the iELISA prevalence estimates, the use of the brucellosis skin test could be recommended given its high specificity (99.83%) (25). Lastly, a brucellosis serological survey should be conducted in small ruminants in order to assess whether,

apart from *B. abortus*, *B. melitensis* is present and hence may also infect cattle.

It was also observed that Fulani herder families in the study area consumed quite a lot of raw milk. Consequently, the risk of transmission of brucellosis to the Fulani community is a reality as was observed also among the pastoral community in Chad (11, 27).

From this study, it can be concluded that brucellosis is enzootic in the Western Highlands and the Adamawa. The risk for the human population is undisputable given the fast growing dairy farming

sector and intensification of livestock production in this region of the country.

Acknowledgments

The authors wish to acknowledge the support of the University of Dschang, Cameroon, and the Institute of Tropical Medicine, Antwerpen, Belgium. Our thanks also go to the management and personnel of the Veterinary and Agro-chemical Research Centre, Brussels.

REFERENCES

- AKAKPO A.J., BORNAREL P., 1987. Epidemiologie des brucelloses animales en Afrique tropicale : Enquêtes clinique, sérologique et bactériologique. *Revue sci. tech. Off. int. Epizoot.*, **6** : 981-1027.
- ALTON G.G., JONES L.M., ANGUS R.D., VERGER J.M., 1988. Techniques for the brucellosis laboratory. Paris, France, INRA.
- BORNAREL P., AKAKPO A.J., TUEKAM, 1987. Epidemiology of bovine brucellosis in tropical Africa. 3. Serological survey in Cameroon. *Revue Méd. vét.*, **138**: 55-58.
- DOMENECH J., LUCET P., COUDERT M., 1982. La brucellose bovine en Afrique centrale. V. Description d'une méthode d'enquête simplifiée. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **35** : 125-129.
- DOMENECH J., LUCET P., VALLAT B., STEWART C., BONNET J.B., BERTAUDIÈRE L., 1980. La brucellose bovine en Afrique centrale. II. Etude clinique et épidémiologique : particularités régionales et problèmes de l'élevage semi-intensif. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **33** : 277-284.
- DOMENECH J., LUCET P., VALLAT B., STEWART C., BONNET J.B., HENTIC A., 1982. La brucellose bovine en Afrique centrale. III. Résultats statistiques des enquêtes menées au Tchad et au Cameroun. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **35** : 15-22.
- DOMENECH J., TRAP D., GAUMONT R., 1985. Etude de la pathologie de la reproduction chez les bovins en Afrique centrale : enquête sur la chlamydie et la fièvre Q. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **38** : 138-143.
- FAO, 2003. Guidelines for coordinated human and animal brucellosis surveillance. Rome, Italy, FAO. (Animal Production and Health Paper No 156)
- GARIN B., TRAP D., GAUMONT R., 1985. Assessment of the EDTA seroagglutination test for the diagnosis of bovine brucellosis. *Vet. Rec.*, **117**: 444-445.
- GODFROID J., BISHOP G.C., BOSMAN P.P., HERR S., 2004. Bovine brucellosis. In: Coetzer J.A.W., Tustin R.C., Eds., Infectious diseases of livestock. Cape Town, South Africa, Oxford University Press, p. 1510-1527.
- GODFROID J., CLOECKAERT A., LIAUTARD J.-P., KOHLER S., FRETIN D., WALRAVENS K., GARIN-BASTUJI B., LETESSON J.-J., 2005. From the discovery of the Malta fever's agent to the discovery of a marine mammal reservoir, brucellosis has continuously been a re-emerging zoonosis. *Vet. Res.*, **36**: 13-25.
- GODFROID J., KASBOHRER A., 2002. Brucellosis in the European Union and Norway at the turn of the twenty-first century. *Vet. Microbiol.*, **90**: 135-145.
- LEFEVRE P.C., 1991. Atlas des maladies infectieuses des ruminants. Maisons-Alfort, France, Cirad-Iemvt, 95 p.
- LIMET J.N., KERKHOFS P., WIJFFELS R., DEKEYSER P., 1988. Le diagnostic sérologique de la brucellose bovine par ELISA. *Ann. Méd. vét.*, **132** : 565-575.
- MCDERMOTT J.J., ARIMI S.M., 2002. Brucellosis in sub-Saharan Africa: epidemiology, control and impact. *Vet. Microbiol.*, **90**: 111-134.
- MORENO E., 2002. Brucellosis in Central America. *Vet. Microbiol.*, **90**: 31-38.
- MUSTAFA A.A., NICOLETTI P., 1995. FAO, WHO, OIE guidelines for a regional brucellosis control programme for the Middle East. <http://www.fao.org/ag/AGA/AGAH/ID/GUIDE-EN.htm>
- NIELSEN K., 2002. Diagnosis of brucellosis by serology. *Vet. Microbiol.*, **90**: 447-459.
- OIE, 2000. Bovine brucellosis. In: Manual of standard diagnostic tests and vaccines. Paris, France, OIE, p. 328-345.
- OIE, 2004. Handistatus 2. <http://www.oie.int/hs2/>
- PLOMMET M., FENSTERBANK R., 1976. Vaccination against bovine brucellosis with a low dose of strain 19 administered by the conjunctival route. III. Serological response and immunity in the pregnant cow. *Ann. Rech. vét.*, **7**: 9-23.
- POESTER F.P., GONÇALVES V.S.P., LAGE A.P., 2002. Brucellosis in Brazil. *Vet. Microbiol.*, **90**: 55-62.
- RICHEY E.J., DIX HARREL C., 1997. *Brucella abortus* disease (brucellosis) in beef cattle. Gainesville, FL, USA, University of Florida Cooperative Extension Service.
- SAEGERMAN C., DE WAELE L., GILSON D., GODFROID J., THIANGE P., MICHEL P., LIMBOURG B., VO T.K.O., LIMET J., LETESSON J.J., BERKVEN D., 2004. Evaluation of three serum i-ELISAs using monoclonal antibodies and protein G as peroxidase conjugate for the diagnosis of bovine brucellosis. *Vet. Microbiol.*, **100**: 91-105.
- SAEGERMAN C., VO T.K.O., DE WAELE L., GILSON D., BASTIN A., DUBRAY G., FLANAGAN P., LIMET J.N., LETESSON J.-J., GODFROID J., 1999. Bovine brucellosis diagnosis by skin test: condition of its use and evaluation of its performance. *Vet. Rec.*, **145**: 214-218.
- SAMARTINO L.E., 2002. Brucellosis in Argentina. *Vet. Microbiol.*, **90**: 71-80.
- SCHELLING E., DIGUIMBAYE C., DAOUD S., NICOLET J., BOERLIN P., TANNER M., ZINSSTAG J., 2003. Brucellosis and Q-fever seroprevalences of nomadic pastoralists and their livestock in Chad. *Prev. vet. Med.*, **61**: 279-293.
- VERGER J.M., GARIN-BASTUJI B., GRAYON M., MAHE A.M., 1989. Bovine brucellosis caused by *Brucella melitensis* in France. *Ann. Rech. vét.*, **20**: 93-102.
- WASTLING J.M., AKANMORI B.D., WILLIAMS D.J.L., 1999. Zoonoses in West Africa: Impact and control. *Parasitol. Today.*, **15**: 309-311.

Reçu le 24.05.2005, accepté le 14.02.2006

Résumé

Shey-Njila O., Daouda, Nya E., Zoli P.A., Walravens K., Godfroid J., Geerts S. Enquête sérologique de la brucellose bovine au Cameroun

A partir d'août 2002 jusqu'à juillet 2003, une enquête sérologique a été conduite à l'abattoir de Dschang (Ouest Cameroun) afin de déterminer la prévalence de la brucellose bovine. Huit cent quarante sérums bovins ont été examinés par l'Elisa indirect (iElisa) et le test au rose bengale (TRB). La séroprévalence de la brucellose a été de 9,64 et 4,88 p. 100 en utilisant respectivement l'iElisa et le TRB. Quarante-vingt et un sérums positifs avec iElisa et 50 sérums sélectionnés aléatoirement parmi les sérums qui ont été négatifs en iElisa et TRB ont été examinés par le test de fixation du complément (TFC) et le test d'agglutination lente de Wright avec Edta (SAW-Edta). Tous les échantillons négatifs en TRB/iElisa ont été confirmés comme étant négatifs par les autres tests, suggérant que le TRB et l'iElisa montraient une haute spécificité dans la population testée. Parmi les sérums iElisa positifs, 37,8 p. 100 ont été classés positifs par SAW-Edta, TRB et TFC, 39,2 p. 100 ont été classés négatifs par SAW-Edta, TRB et TFC, et 23,0 p. 100 ont été classés positifs dans un ou deux des trois tests de confirmation. Etant donné le manque de sensibilité des tests de confirmation, en particulier lors d'infections chroniques dans des systèmes d'élevage extensifs (pastoralisme), la meilleure estimation de la prévalence réelle de la brucellose a été basée sur les résultats en iElisa et a été de l'ordre de 10 p. 100.

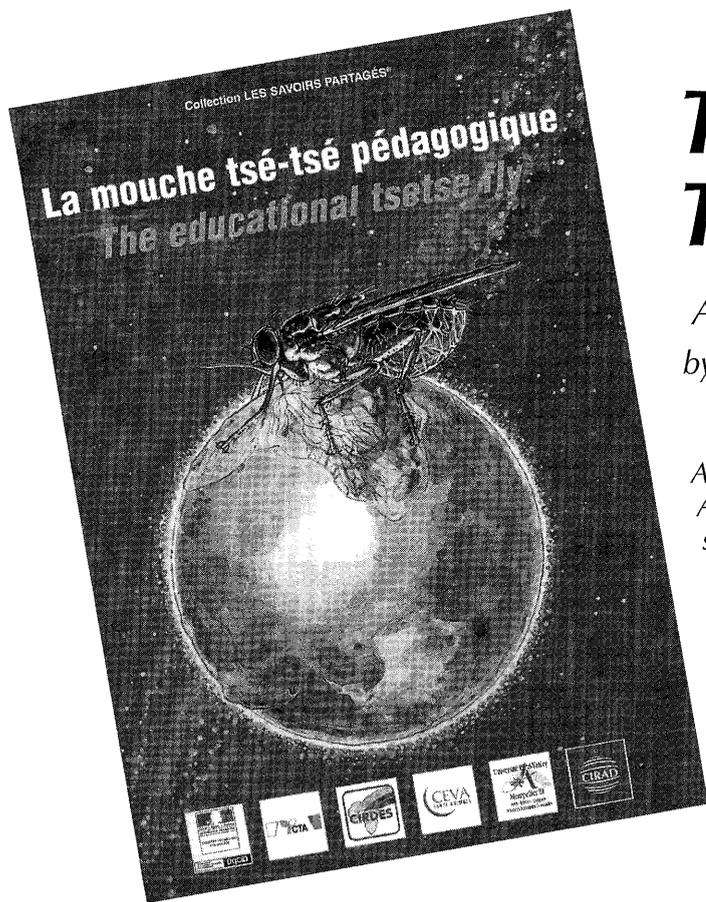
Mots-clés : Bovin – *Brucella* – Brucellose – Test Elisa – Technique immunoenzymatique – Réaction de fixation du complément – Réaction d'agglutination – Morbidité – Cameroun.

Resumen

Shey-Njila O., Daouda, Nya E., Zoli P.A., Walravens K., Godfroid J., Geerts S. Encuesta serológica de la brucelosis bovina en Camerún

Una encuesta serológica se llevó a cabo en el matadero de Dschang (Camerún del Oeste), entre agosto 2002 y julio 2003, con el fin de determinar la prevalencia de la brucelosis bovina. Ochocientos cuarenta sueros bovinos fueron examinados para brucelosis por ELISA indirecto (iELISA) y el test de la rosa de bengala (TRB). La seroprevalencia de la brucelosis fue de 9,64 y 4,88% mediante iELISA y TRB, respectivamente. Ochenta y un muestras que dieron resultados positivos para el iELISA y 50 muestras seleccionadas al azar que reaccionaron negativamente para el iELISA y TRB fueron examinadas luego por el test de fijación de complemento (TFC) y la aglutinación lenta de Wright con EDTA (SAW-EDTA). Todas las muestras negativas TRB/iELISA fueron confirmadas como negativas mediante otros tests, sugiriendo que el iELISA y el TRB mostraron una alta especificidad en la población examinada. De las muestras iELISA positivas, 37,8% fueron clasificadas como positivas por el SAW-EDTA, TRB y TFC, 39,2% fueron clasificadas como negativas por SAW-EDTA, TRB y TFC, y 23,0% fueron clasificadas positivas por uno o dos de los tres tests de confirmación. Dada la falta de sensibilidad de los tests confirmatorios, particularmente en caso de infección crónica y sistemas de cría extensivos (pastoralismo), la mejor estimación de la prevalencia actual de la brucelosis se basó en los resultados del iELISA y estuvo cercana a 10%.

Palabras clave: Ganado bovino – *Brucella* – Brucelosis – ELISA – Técnica inmunoenzimática – Prueba de fijación del complemento – Reacción de aglutinación – Morbosidad – Camerún.



The Educational Tsetse Fly

A new CIRAD bilingual Compilivre®
by Michel Launois

Amongst the 42 poorest countries in the world, 32 are African and they host the tsetse fly, vector of trypanosomes, which cause animal trypanosomosis called Nagana disease, and human trypanosomosis known as sleeping sickness. This bilingual English/French Compilivre highlights the complexity of vector-borne parasitic diseases by interlacing the knowledge of entomologists on tsetse flies, parasitologists on trypanosomes, veterinarians on livestock and wildlife, and physicians on human health.

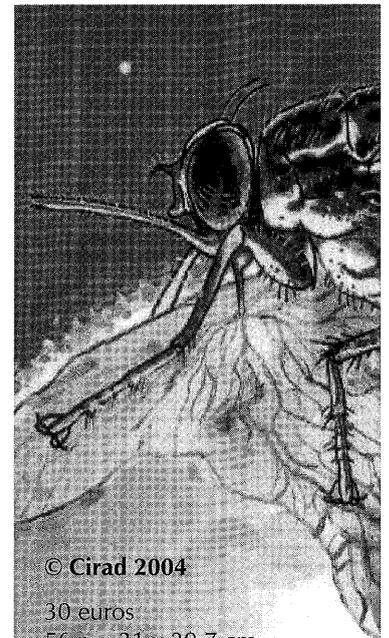
La mouche tsé-tsé pédagogique

par Michel Launois

Parmi les 42 pays les plus pauvres de la planète, 32 sont africains et hébergent la mouche tsé-tsé, vecteur du trypanosome responsable de la trypanosomose animale appelée maladie nagana et de la trypanosomose humaine, dite maladie du sommeil.

Ce compilivre® bilingue français-anglais illustre la complexité des interactions biologiques liées aux maladies parasitaires à vecteurs. Il met en relation sous une forme pédagogique les connaissances scientifiques et pratiques des entomologistes pour la mouche tsé-tsé, des parasitologues pour le trypanosome, des vétérinaires pour le bétail et la faune sauvage, et des médecins pour l'homme. Mêlant textes, illustrations et liens pédagogiques, il contribue à la compréhension du risque sanitaire auquel sont soumis les hommes et les animaux domestiques qui vivent dans les zones infestées de glossines et à sa prise en compte dans les stratégies de développement durable agricole, pastoral et forestier de ces immenses régions du continent africain.

Ce nouveau compilivre® est publié par le Cirad avec le soutien de l'université Paul Valéry Montpellier III, du Ceva Santé animale, du Cirades, du Cta et du ministère français des Affaires étrangères.



© Cirad 2004

30 euros
56 p. ; 21 x 29,7 cm
ISBN : 2-87614-585-5
ISSN : 1620-0705

To order / pour commander

Cirad-dic
Délégation aux productions
pédagogiques innovantes
TA 173/05, avenue Agropolis
34398 Montpellier Cedex 5
France
Tel. : +33 (0)4 67 61 57 88
Fax : +33 (0)4 67 61 59 73
Email : espace.idees@cirad.fr
<http://www.cirad.fr>

Lésions et bactéries des poumons du dromadaire (*Camelus dromedarius*) à l'abattoir de Nouakchott en Mauritanie

Y. Kane^{1*} M.C. Kadja¹ R. Bada-Alambedji¹
O.E. Bezeid² J.A. Akakpo¹ Y. Kaboret¹

Mots-clés

Camelus dromedarius – Bacteria – Poumon – Lésion – Abattoir – Mauritanie.

Résumé

Les données sur les affections pulmonaires du dromadaire en Mauritanie sont rares. L'objectif de cette étude a été de déterminer la prévalence des lésions pulmonaires et les bactéries associées dans des poumons de dromadaires à l'abattoir de Nouakchott (Mauritanie). A cette fin, 729 poumons de dromadaires ont été examinés, soit 31,5 p. 100 (729/2315) des animaux abattus durant la période de l'étude. Parmi ces 729 poumons, 421 ont présenté des lésions, soit une prévalence de 57,7 p. 100. Les types lésionnels dominants ont été l'atélectasie focale (68,6 p. 100), la pleurésie isolée (64,4 p. 100) et l'emphyème partiel (59,1 p. 100). La prévalence des pneumonies a été de 24 p. 100 et celle des kystes hydatiques de 5,2 p. 100. Ces lésions ont été classées en lésions mineures et en lésions majeures. Ainsi 17,3 p. 100 (73/421) des lésions observées étaient des lésions majeures. La fréquence élevée (64,4 p. 100) et l'aspect macroscopique de la pleurésie ont été des faits particuliers. Enfin, une fréquence relativement élevée d'ecoffrage a été notée (26,5 p. 100). L'examen histopathologique a confirmé les aspects macroscopiques. En outre, cet examen a révélé des parasites et des bactéries dans les lésions pulmonaires. Seize genres bactériens et plusieurs espèces bactériennes ont été isolés. En dehors des germes banals (*Bacillus*, *Proteus*), les agents bactériens les plus fréquemment isolés dans les trois types de prélèvements ont été les streptocoques, les staphylocoques et *Escherichia*. Plusieurs associations d'espèces bactériennes ont été notées au sein d'un même échantillon. Les genres bactériens associés aux lésions pulmonaires majeures ont été les streptocoques, les staphylocoques, les klebsiellés et les corynébactéries.

■ INTRODUCTION

Les affections respiratoires sont fréquentes chez les espèces animales domestiques et leur étiologie est multifactorielle (14, 15, 22). Ces affections se manifestent par des signes cliniques et des lésions multiples et variées. Chez le dromadaire, à l'instar d'autres animaux domestiques, les maladies respiratoires sont fréquemment décrites et leur étiologie est également variée (virus, bactéries, parasites, champignons) (11, 12, 26, 29). En Mauritanie, comme dans d'autres pays d'élevage du dromadaire, les pathologies respiratoires de cet animal sont souvent évoquées par les éleveurs et les techniciens de l'élevage mais les données anatomo-cliniques sont rares et éparpillées. Seules quelques rares études ont été menées dans ce domaine (6, 7, 16). L'objectif de cette étude a été de déterminer les lésions pulmonaires et les bactéries susceptibles d'être les agents étiologiques de ces lésions chez des dromadaires abattus à Nouakchott.

1. Ecole inter-Etats des sciences et médecine vétérinaires (Eismv), BP 5077, Dakar-Fann, Sénégal

2. Centre national d'élevage et de recherches vétérinaires (Cnerv), BP 167, Nouakchott, Mauritanie

* Auteur pour la correspondance
ykane@refer.sn ; ykane00@yahoo.fr

■ MATERIEL ET METHODES

L'étude s'est déroulée entre 1999 et 2000 à l'abattoir de Nouakchott où, en moyenne, 80 dromadaires (*Camelus dromedarius*) sont abattus journalièrement. Elle a consisté à examiner tous les poumons des dromadaires abattus au cours des jours de visite (deux visites par semaine) à l'abattoir et à réaliser des prélèvements pour des analyses de laboratoire. Les dromadaires étaient de race locale, âgés de 6 mois à 12 ans, élevés en élevage extensif, et provenaient de toutes les régions de la Mauritanie. Ces animaux ont été abattus en plein air par saignée selon le rite musulman pour la consommation humaine.

L'observation des poumons a eu lieu au cours des visites d'abattoir et a été réalisée par l'inspection, la palpation et la pression. L'observation a été complétée par la section du parenchyme pulmonaire. Les ganglions trachéo-bronchiques ont été aussi examinés de la même façon que les poumons.

Des fragments de poumons présentant des lésions macroscopiques significatives, ainsi que le liquide trachéo-bronchique et les nœuds lymphatiques associés ont été prélevés, au hasard, puis immédiatement conservés, soit au frais (sous glace) pour les prélèvements destinés à l'analyse bactériologique, soit dans du formol à 10 p. 100 pour les échantillons destinés à l'examen histopathologique.

Les analyses bactériologiques (isolement et identification) ont été réalisées selon les techniques courantes de bactériologie (21). Brièvement, après avoir flambé puis incisé en profondeur les fragments, des prélèvements ont été effectués à l'aide d'une anse puis ensemençés dans une gélose à sang de mouton (5 p. 100) puis incubés à 37 °C. L'identification des isolats a été réalisée par la coloration de Gram pour les caractères morphologiques et biochimiques des colonies. Les échantillons destinés à l'examen histopathologique ont été traités par les techniques histologiques classiques (13) comprenant la recoupe des prélèvements en fins morceaux qui sont inclus dans la paraffine, et le tout est coupé en sections de 6 µm d'épaisseur, colorées par l'hématoxyline-éosine safran (HES).

■ RESULTATS

Lésions macroscopiques

Au cours de la période de l'étude, 729 poumons ont été examinés, soit 31,5 p. 100 (729/2315) des animaux abattus durant cette période. Parmi les poumons examinés, 421 ont présenté des lésions de nature et de gravité variables, soit une prévalence de 57,7 p. 100 (tableau I). Au sein de ces lésions, les types lésionnels dominants ont été l'atélectasie focale (68,6 p. 100), la pleurésie isolée (64,4 p. 100) et l'emphysème partiel (59,1 p. 100). La prévalence des pneumonies a été de 24 p. 100 et celle des kystes hydatiques de 5,2 p. 100. L'étendue des lésions a été variable, allant d'un foyer à un territoire plus important. Ces différentes lésions ont été classées en lésions mineures et majeures. Les lésions mineures étaient constituées par l'emphysème, l'atélectasie focale et la pleurésie. Les lésions majeures étaient composées de la pleurésie associée à des adhérences et aux lésions de pneumonie ou de broncho-pneumonie et enfin de kystes hydatiques. Ainsi 17,3 p. 100 (73/421) des lésions observées étaient des lésions majeures. Les kystes hydatiques observés sont apparus, avant ouverture, comme des nodules de taille variable (1-9 cm), de consistance dure à molle, uniques ou multiples (jusqu'à six kystes par poumon). L'ouverture des kystes a révélé un tissu blanchâtre, humide, parfois d'aspect prolifératif.

La fréquence élevée (64,4 p. 100) de la pleurésie et son aspect macroscopique ont été des faits particuliers. En effet, cette lésion dénommée pleurésie est caractérisée macroscopiquement par la présence d'une prolifération tissulaire d'aspect velouté et

de couleur rosâtre, localisée le long des bords libres des poumons. Elle peut s'étendre à un bord sur quelques centimètres ou occuper la totalité des bords pulmonaires. Enfin, une fréquence relativement élevée d'effragement a été notée sur les poumons examinés (26,5 p. 100).

Lésions microscopiques

Parmi les poumons examinés ayant présenté des lésions macroscopiques significatives, soixante fragments de poumons et huit échantillons de nœuds lymphatiques ont fait l'objet d'examen approfondis. L'observation microscopique des coupes de ces organes a confirmé l'aspect macroscopique des différents types lésionnels.

L'emphysème s'est traduit par une dilatation des alvéoles et parfois leur éclatement donnant un aspect de zones optiquement vides de tailles variables. L'atélectasie, en revanche, s'est caractérisée par un rétrécissement des cloisons interalvéolaires rendant, à un fort grossissement, l'aspect du parenchyme pulmonaire plus densément cellulaire. La pleurésie est apparue comme un épaississement du feuillet viscéral de la plèvre. Cet épaississement est dû à une dilatation des capillaires, à la présence de quelques cellules inflammatoires dominées par des cellules mononucléées et enfin à une densification de la trame conjonctive. Les cellules épithéliales deviennent plus proéminentes. La pneumonie interstitielle est constituée par une infiltration de cellules inflammatoires dominées par des cellules mononucléées (lymphoplasmocytes, macrophages), une congestion (en phase aiguë) et une densification de la trame conjonctive (en phase chronique). Cette pneumonie a été soit focale, soit multifocale ou diffuse. Lorsqu'elle était focale, elle était souvent granulomateuse, associée soit aux corps étrangers (grains de poussières), soit aux parasites (kystes hydatiques). Les lésions de kystes hydatiques étaient constituées par des réactions inflammatoires granulomateuses centrées sur les parasites et entourées par une coque épaisse comprenant une capsule conjonctive dense associée à un infiltrat de cellules inflammatoires, parmi lesquelles de nombreux polynucléaires éosinophiles. Parfois, des images de hyalinisation et de minéralisation de la capsule conjonctive ont été observées. Des foyers d'atélectasie ont souvent été

Tableau I

Fréquence des types lésionnels observés sur 421 poumons de dromadaires abattus à Nouakchott

	Nombre	Fréquence (%)
Lésions isolées		
Emphysème partiel	249	59,1
Emphysème total	86	20,4
Kystes hydatiques	22	5,2
Atélectasie focale	289	68,6
Atélectasie totale	24	5,7
Pleurésie	271	64,4
Lésions associées		
Pleurésie + adhérences	70	16,6
Pleurésie + lésions pulmonaires	44	10,4
Pleurésie + adhérences + lésions pulmonaires	39	9,3
Pneumonie	101	24
Broncho-pneumonie	12	2,3

notés à la périphérie des granulomes parasitaires. Certaines pneumonies étaient non suppurées et étaient associées à une hyperplasie lymphoïde péribronchiolaire et périartériolaire.

La broncho-pneumonie a été caractérisée par une atteinte à la fois de l'interstitium et des voies aériennes (bronches, bronchioles, alvéoles). Elle s'est traduite par une lésion inflammatoire d'évolution soit aiguë (congestion, œdème, cellules inflammatoires, nécrose des cellules épithéliales), soit chronique (fibrose). Des images d'épithélialisation ont été notées au niveau de l'épithélium alvéolaire lésé ainsi qu'une hyperplasie épithéliale de l'épithélium bronchiolaire. Des fragments de parasites ont été observés dans les voies aériennes inférieures.

Par ailleurs, de nombreux macrophages chargés de pigments jaunâtres et de rares amas de cellules à l'aspect adipeux ont été notés dans le parenchyme pulmonaire. L'histologie des nœuds lymphatiques a révélé des réactions inflammatoires aiguës à subaiguës sans spécificité avec également de nombreux macrophages chargés de pigments.

Résultats bactériologiques

Les analyses bactériologiques ont porté sur 189 fragments de poumons, 120 écouvillons de liquide bronchique et 93 échantillons de nœuds lymphatiques de carcasses dont les lésions pulmonaires ont été significatives. Seize genres bactériens (Gram positif et Gram négatif) et plusieurs espèces bactériennes ont été isolés sur 102 fragments de poumons, 60 liquides bronchiques et 51 fragments de nœuds lymphatiques (tableaux II et III). Sur le reste des échantillons, des germes banals (*Bacillus*, *Proteus*) de contamination ont été prédominants. En dehors de ces germes, les genres bactériens les plus fréquemment isolés dans les trois types de prélèvements ont été *Streptococcus*, *Staphylococcus* et *Escherichia*. Dans les prélèvements de poumons, plusieurs associations d'espèces bactériennes (deux à quatre) ont été notées au sein d'un même échantillon (résultats non montrés). Les agents bactériens pathogènes associés aux lésions pulmonaires majeures ont été des streptocoques, des

staphylocoques, des klebsielles et des corynébactéries (tableau IV). En revanche, dans d'autres cas il s'agissait plutôt de germes de l'environnement (bacilles et entérobactéries).

DISCUSSION

Le choix de l'abattoir de Nouakchott a été justifié par le fait qu'il était le plus grand abattoir en Mauritanie. En moyenne, 80 dromadaires provenant de toutes les régions du pays y étaient abattus par jour. Parmi les 729 poumons examinés, 421 (57,7 p. 100) ont présenté des lésions de gravité variable, classées en lésions mineures et banales (emphysème partiel, atelectasie focale, pleurésie simple), et en lésions majeures graves (pleurésie et adhérences, pneumonies, kystes hydatiques). Ainsi, 17,3 p. 100 (73/421) des lésions observées ont été des lésions majeures.

La plupart de ces lésions ont été observées par d'autres auteurs mais leur description macroscopique a été souvent faite de façon sommaire (2, 7, 10, 17, 25, 28) avec des prévalences variables. En Egypte, des lésions compatibles avec des pneumonies ont été observées chez 52 dromadaires avec une prévalence de 44,2 p. 100 (17). Sur 434 poumons de dromadaires examinés au Maroc, une prévalence globale de 34,1 p. 100 a été notée (28) avec des lésions qui comprenaient des kystes hydatiques (14,3 p. 100), des pneumonies (10,8 p. 100), des pleurésies (6,9 p. 100) et des abcès (0,9 p. 100). Ces mêmes lésions ont été observées dans la présente étude, mais avec des prévalences plus élevées, sauf pour les kystes hydatiques (5,2 p. 100). Cette différence peut s'expliquer par le nombre relativement plus élevé de poumons examinés dans la présente étude et par la différence des modes d'élevage et des situations géographiques. En effet, l'hydatidose est relativement fréquente au Maroc (20). En Libye, sur 204 poumons de dromadaires examinés, la prévalence des lésions pulmonaires a été de 50 p. 100 et les lésions étaient réparties en kystes hydatiques et en pneumonies (1). De même, sur 156 dromadaires abattus en Jordanie, les prévalences ont été de 44 p. 100 (hydatidose) et de 10 p. 100 (pneumonie d'origine bactérienne) (3). En outre, sur

Tableau II

Fréquence des genres bactériens isolés selon la nature des prélèvements de dromadaires abattus à Nouakchott

Genres	Poumons (n = 102)		Liquide bronchique (n = 60)		Nœuds lymphatiques (n = 51)	
	N	%	N	%	N	%
<i>Streptococcus</i>	62	60,8	25	41,6	17	33,3
<i>Staphylococcus</i>	30	29,4	7	11,6	20	39,2
<i>Pseudomonas</i>	11	10,8	4	6,6	4	7,8
<i>Corynebacterium</i>	2	1,9	1	1,6	1	1,9
<i>Micrococcus</i>	3	2,9	1	1,6	3	5,9
<i>Aeromonas</i>	1	0,9	0	0	0	0
<i>Comamonas</i>	1	0,9	0	0	0	0
<i>Kluyvera</i>	0	0	1	1,6	0	0
<i>Proteus</i>	37	36,3	33	55	8	15,7
<i>Bacillus</i>	34	33,3	25	41,6	25	49
<i>Citrobacter</i>	20	19,6	1	1,6	8	15,7
<i>Escherichia</i>	26	25,5	14	23,3	18	35,3
<i>Enterobacter</i>	2	1,9	1	1,6	3	5,9
<i>Klebsiella</i>	6	5,9	6	10	2	3,9
<i>Salmonella</i>	0	0	1	1,6	0	0
<i>Providencia</i>	0	0	0	0	1	1,9

Tableau III

Espèces bactériennes isolées selon la nature des prélèvements de dromadaires abattus à Nouakchott

Bactéries isolées	Echantillons		
	Poumons	Liquide bronchique	Nœuds lymphatiques
<i>Proteus</i> spp.	+	+	+
<i>Proteus vulgaris</i>	+	-	-
<i>Proteus mirabilis</i>	+	+	+
<i>Bacillus</i> spp.	+	+	+
<i>Citrobacter</i> spp.	+	-	-
<i>Citrobacter freundii</i>	+	+	+
<i>Escherichia coli</i>	+	+	+
<i>Enterobacter sakazakii</i>	+	-	-
<i>Enterobacter</i> spp.	-	+	-
<i>Enterobacter gergoviae</i>	-	-	+
<i>Enterobacter cloacae</i>	-	-	+
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	+	+	+
<i>Klebsiella oxytoca</i>	+	+	+
<i>Klebsiella rhinoscleromatis</i>	+	-	-
<i>Klebsiella</i> spp.	-	+	-
<i>Micrococcus</i> spp.	+	+	+
<i>Pseudomonas</i> spp.	+	-	+
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	+	+	-
<i>Pseudomonas diminuta</i>	+	-	-
<i>Pseudomonas cepacia</i>	-	+	-
<i>Staphylococcus coagulase-</i>	+	+	+
<i>Staphylococcus coagulase+</i>	-	+	-
<i>Staphylococcus sciuri</i>	+	-	+
<i>Streptococcus</i> spp.	+	+	+
<i>Streptococcus D</i>	+	+	+
<i>Aeromonas hydrophila</i>	+	-	-
<i>Corynebacterium pseudotuberculosis</i>	+	-	-
<i>Corynebacterium</i> spp.	+	+	+
<i>Comamonas acidovorans</i>	+	-	-
<i>Kluyvera</i> spp.	-	-	+
<i>Salmonella</i>	-	+	-
<i>Providencia stuartii</i>	-	-	+

+ : isolé
- : non isolé

284 poumons examinés en Jordanie, les lésions de pneumonies ont eu une prévalence de 10,2 p. 100 comprenant des pneumonies interstitielles (58,6 p. 100 ; 17), des broncho-pneumonies prolifératives chroniques (20,69 p. 100 ; 6), des abcès pulmonaires (10,34 p. 100 ; 3), des pleuropneumonies chroniques (6,9 p. 100 ; 2) et des pleurésies associées à un œdème pulmonaire (3,45 p. 100 ; 1) (4). En revanche, ce dernier auteur n'a pas décrit de kystes hydatiques.

La fréquence relativement élevée de l'ecoffrage observé dans la présente étude peut s'expliquer par le mode d'abattage des animaux (saignée) qui entraîne l'aspiration du sang pendant

Tableau IV

Bactéries isolées en fonction des lésions pulmonaires de dromadaires abattus à Nouakchott

Lésions	Bactéries
Pleuropneumonie	<i>Bacillus</i> spp., <i>Staphylococcus coagulase-</i> , <i>Streptococcus</i> groupe D, <i>Enterobacter cloacae</i>
Pleurésie	<i>Streptococcus</i> spp., <i>Aeromonas hydrophila</i>
Pneumonie	<i>Klebsiella oxytoca</i> , <i>Staphylococcus coagulase-</i>
Broncho-pneumonie	<i>Streptococcus</i> spp., <i>Proteus</i> spp., <i>Corynebacterium pseudotuberculosis</i> , <i>Escherichia coli</i>
Pleurésie et péricardite	<i>Streptococcus</i> groupe D, <i>Escherichia coli</i> , <i>Comamonas acidovorans</i>

l'agonie. Contrairement à l'aspect macroscopique, les lésions histologiques pulmonaires du dromadaire sont rarement décrites en détail. Dans la présente étude, l'aspect histologique des différentes lésions observées a été comparable à celui des autres espèces animales (14, 15). Cependant, l'aspect particulier de la lésion dénommée pleurésie n'a été décrite que récemment (4). Certains auteurs ont décrit des pleurésies fibrineuses classiques, sans faire allusion à l'aspect macroscopique particulier : aspect en flammèches sur les bordures des poumons. Son aspect histologique (observé ici) évoque un processus inflammatoire, ce qui est compatible avec les hypothèses selon lesquelles cette lésion est associée à une infection causée par des staphylocoques (4, 28). Selon les présents résultats, les staphylocoques ont été isolés à partir du parenchyme pulmonaire avec ou sans cette lésion de pleurésie. Par rapport à cette entité lésionnelle (pleurésie), les présents résultats sont différents de ceux des autres auteurs, car elle a été ici très fréquemment observée et surtout sans association avec d'autres lésions, comme celles de pneumonies ou des broncho-pneumonies. Selon les observations des auteurs, il s'agirait d'un type lésionnel primaire isolé ou initial d'un processus inflammatoire pouvant s'étendre aux poumons pour occasionner des pneumonies. Cette lésion est également à l'origine d'adhérences avec les tissus avoisinants comme le diaphragme.

L'étude histologique a permis de confirmer les types lésionnels macroscopiques et d'identifier des agents étiologiques (parasites, bactéries) dans certaines lésions de pneumonie ou de broncho-pneumonie. En revanche, l'aspect microscopique de certaines pneumonies interstitielles non suppurées a été compatible avec des infections soit virales, soit mycoplasmatiques. Ces agents étiologiques restent à identifier d'autant plus que *Mycoplasma arginini* a été associé à des pneumonies chez le dromadaire (9).

Les présents résultats histologiques ont également révélé la présence de polynucléaires éosinophiles dans les granulomes lors de l'hydatidose, comme cela a été décrit chez les autres espèces animales (15), contrairement aux observations d'autres auteurs (25). La hyalinisation et la calcification de la paroi des kystes hydatiques, observées par ces derniers auteurs, l'ont été également dans la présente étude.

Parmi les types lésionnels observés, il y a eu des pneumonies granulomateuses multifocales, type pneumoconiose. Ces pneumonies sont dues à l'inhalation de grains de poussière contenus dans l'environnement poussiéreux des animaux (vents de sables, aires d'habitat). Par ailleurs, l'aspect histologique a révélé une fréquence de lésions pulmonaires qui ne sont pas associées à des signes cliniques évidents du vivant des animaux, d'où l'importance des investigations aux abattoirs pour déterminer les différentes pathologies du dromadaire. Enfin, il n'a pas été noté de lésions (macroscopiques et microscopiques) compatibles avec la tuberculose. Ces résultats corroborent ceux d'autres auteurs montrant la rareté des cas de cette pathologie chez le dromadaire en Mauritanie (6, 7) et ailleurs (5, 24, 29).

Les résultats bactériologiques ont montré une flore bactérienne diverse aussi bien dans les poumons que dans les liquides bronchiques et les nœuds lymphatiques trachéo-bronchiques. Les lésions pulmonaires majeures ont été associées à diverses bactéries connues pour être des pathogènes. En effet, ces résultats sont similaires à ceux d'autres auteurs (4, 10, 17, 18, 19, 23, 27, 28). Contrairement aux présents résultats et à ceux d'autres auteurs (10, 17, 23, 28), d'autres travaux ont permis d'isoler *Pasteurella multocida* et *Mannheimia haemolytica* dans certains cas de pneumonie chez le dromadaire (4 ; Leese cité dans 27). Cette différence peut être liée, entre autres, aux différentes zones d'étude, à l'écologie des bactéries, et à la fragilité des pasteurelles, rendant leur isolement difficile à partir des prélèvements de terrain.

De plus, comme l'ont montré d'autres auteurs, des associations de bactéries ont été notées dans un même prélèvement (4, 10, 17, 23, 27), ce qui traduit une étiologie multifactorielle des affections pulmonaires du dromadaire et expliquerait la diversité des lésions observées. L'isolement fréquent des bactéries de l'environnement témoigne aussi d'une hygiène déficiente des conditions d'abattage des dromadaires (bouchers, aires d'abattage, eaux).

CONCLUSION

Cette étude a permis de décrire les lésions macroscopiques et microscopiques des poumons de dromadaires abattus à Nouakchott en montrant certains aspects particuliers qui restent à élucider. Ces lésions, relativement fréquentes et variées, ont un impact néfaste sur la santé et les performances zootechniques des dromadaires, même si, sur le plan clinique, les symptômes semblent souvent discrets.

Les résultats bactériologiques ont montré des germes associés à certaines lésions pulmonaires et des germes de contamination. L'étiologie d'autres types de pneumonies interstitielles reste à déterminer. La présence de kystes hydatiques dans les poumons révèle le risque que constitue cette affection pour la santé publique.

Ainsi, contrairement aux signes cliniques discrets et rarissimes lors des affections respiratoires chez le dromadaire, l'inspection des poumons à l'abattoir peut révéler des lésions multiples et diverses pouvant constituer des données épidémiologiques fiables pour le réseau d'épidémiosurveillance des maladies du dromadaire en Mauritanie. L'amélioration de l'hygiène dans les aires d'abattage est une action à encourager afin de réduire la contamination des carcasses de dromadaires destinées à la consommation humaine.

Remerciements

Cette recherche a fait l'objet d'un soutien de la Fondation internationale pour la science (FIS), Suède, par l'intermédiaire d'une bourse de recherche accordée à Y. Kane. Tous nos sincères remerciements à cette fondation. Nos sincères remerciements vont aussi aux professeurs J. Berrada, N. Tligui et M. Bengoumi pour avoir accueilli Y. Kane dans leur laboratoire, pour un stage à l'Institut agronomique et vétérinaire Hassan II à Rabat, Maroc.

BIBLIOGRAPHIE

1. ABDEL RAHIM A., BENHAJ M., ELZURGANI M., 1990. A preliminary study on some Libyan camel affections and the economic losses due to condemnations at slaughterhouses. In: Proc. Int. Conf. Camel production and improvement, Tobruk, Libya, 10-13 Dec. 1990.
2. ABU DAMIR H., TAGELDIN M.H., WAHBI A.A., 1985. Note on a case of generalised hydatidosis in a dromedary. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **38**: 253-257.
3. AL-RAWASHDEH O.F., AL-ANI F.K., SHARRIF L.A., AL-QUDAH K.M., AL-HAMI Y., FRANK N., 2000. A survey of camel (*Camelus dromedarius*) diseases in Jordan. *J. Zoo Wildl. Med.*, **31**: 335-338.
4. AL-TARAZI Y.H., 2001. Bacteriological and pathological study on pneumonia in the one-humped camel (*Camelus dromedarius*) in Jordan. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **54**: 93-97.
5. BUSH M., MONTALI R.J., PHILIPS L.G., HOLOBAUGH P.A., 1990. Bovine tuberculosis in a bactrian camel herd: Clinical, therapeutic, and pathologic findings. *J. Zoo. Wildl. Med.*, **21**: 171-179.
6. CHAMOISEAU G., BAH S.O., AHMED VALL S.M.O., 1985. Un cas de tuberculose pulmonaire chez un dromadaire. *Revue. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **38** : 28-30.
7. CHARTIER F., 1989. Contribution à l'étude lésionnelle des affections respiratoires du dromadaire. Thèse Doct. vét., ENV, Maisons-Alfort, France, 56 p.
8. CHARTIER F., CHARTIER C., THOREL M.F., CRESPEAU F., 1991. Un nouveau cas de tuberculose pulmonaire à *Mycobacterium bovis* chez le dromadaire (*Camelus dromedarius*) en Mauritanie. *Revue Elev. Méd. vét. Pays. trop.*, **44** : 43-47.
9. ELFAKI M.M., ABBAS B., MAHMOUD O.M., KLEVEN S.H., 2002. Isolation and characterization of *Mycoplasma arginini* from camels (*Camelus dromedarius*) with pneumonia. *Comp. Immunol. Microbiol. infect. Dis.*, **5**: 49-57.
10. FARRAG H., ZAKI R., EL HINDAWI M., 1953. Pneumonia in camels. *Br. vet. J.*, **109**: 119-122.
11. FASSI-FEHRI M.M., 1987. Les maladies des camélidés. *Revue sci. tech. Off. int Epizoot.*, **6** : 328-329.
12. FAYE B., 1997. Guide de l'élevage du dromadaire. Libourne, France, Sanofi Santé et nutrition animale, 126 p.
13. GABE M., 1968. Techniques histologiques. Paris, France, Masson, 113 p.
14. JONES T.C., HUNT R.D., 1983. Veterinary pathology. London, UK, Baillière Tindall, 1792 p.
15. JUBB K.V.F., KENNEDY P.C., PALMER N., 1993. Pathology of domestic animals, 3rd Edn, Vol. 2. San Diego, CA, USA, Academic Press, p. 589-688.
16. KANE Y., DIOP A., ISSELMOU E., KABORET Y., OULD MEKHALLE M., DIALLO B.C., 2003. Contraintes majeures de l'élevage camelin en Mauritanie. *RASPA*, **1** : 31-37.

17. MAHMOUD A.Z., MOUSTAPHA S.I., EL YAS A.H., 1988. A study of lung affections of camels (*Camelus dromedarius*) in Assiut Governorate. *Assiut vet. Med. J.*, **20**: 93-97.
18. MOMIN R.R., PETHKAR D.K., JAISWAL T.N., JHALA V.M., 1987. An outbreak of pasteurellosis in camels. *Indian vet. J.*, **64**: 896-897.
19. PAL M., CHANDEL B.S., 1989. Streptococcal pneumonia in Camel (*Camelus dromedarius*). *Indian vet. Med. J.*, **13**: 277-278.
20. PANDEY V.S., OUHELLI H., OUCHTOU M., 1986. Hydatidosis in sheep, goats and dromedaries in Morocco. *Ann. trop. Med. Parasitol.*, **80**: 525-529.
21. QUINN P.J., CARTER M.E., MARKEY B., CARTER G.R., 1994. Clinical veterinary microbiology. London, UK, Mosby, 648 p.
22. RADOSTITS O.M., BLOOD D.C., GAY C.C., 1997. Veterinary medicine. A textbook of the diseases of cattle, sheep, pigs, goats and horses, 8th Edn. London, UK, Saunders, 1763 p.
23. RANA M.Z., AHMED A., SINDHU S.T.A.K., MOHAMMED G., 1993. Bacteriology of camel lungs. *Camel Newsl.*, n°10: 30-32.
24. REFAI M., 1992. Bacterial and mycotic diseases of camels in Egypt. In: Proc. First International Camel Conference, Dubai, United Arab Emirates, p. 59-64.
25. SAAD M.B., ZIEN ELDIN E.A., TAG EL DIN M.H., 1983. Some observations on the prevalence and pathology of hydatidosis in Sudanese camels (*Camelus dromedarius*). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **36**: 359-363.
26. SCHWARTZ H.J., DIOLI M., Eds, 1992. The one-humped Camel (*Camelus dromedarius*) in Eastern Africa; A pictorial guide to diseases, health care and management. Weikersheim, Germany, Verlag Josef Margraf, 282 p.
27. SHIGIDI M.A., 1973. Aerobic microflora of respiratory tract of camels. *Sud. J. vet. Sci. Anim. Husb.*, **14**: 9-14.
28. TLIGUI N.S., EL HAMIDI M., BERRADA J., BENGOUIMI M., ACHAABAN M.R., KAROM A., 2000. The prevalence of lung lesions in dromedary at slaughterhouse in Morocco. In: Dakkar A., éd., Actes Maladies parasitaires et infectieuses du dromadaire. Rabat, Maroc, Actes Editions, p. 73-78.
29. WERNERY U., KAADEN O.-R., 1995. Infectious diseases of camelids. Berlin, Germany, Blackwell Wissenschafts-Verlag, 133 p.

Reçu le 13.04.2005, accepté le 27.09.2005

Summary

Kane Y., Kadja M.C., Bada-Alamedji R., Bezeid O.E., Akakpo J.A., Kaboret Y. Lung Lesions and Bacteria of the One-Humped Camel (*Camelus dromedarius*) at Nouakchott Slaughterhouse in Mauritania

In Mauritania, data about pulmonary diseases of the dromedary are rare. The aim of this study was to determine the prevalence of pulmonary lesions and associated bacteria in the lungs of dromedaries at the slaughterhouse of Nouakchott, Mauritania. For this purpose, 729 lungs were examined, i.e. 31.5% (729/2315) of animals slaughtered during the period of the study. Among the 729 examined lungs, 421 presented lesions (57.7%). The main lesion types were focal atelectasis (68.6%), isolated pleurisy (64.4%) and partial emphysema (59.1%). Pneumonia and hydatid cyst prevalences were 24 and 5.2%, respectively. These lesions were classified as minor or major lesions. Thus, 17.3% (73/421) of the lesions observed were major. The high frequency (64.4%) and macroscopic aspect of pleurisy were particular facts. Lastly, a relatively high frequency of blood aspiration was noted in the lungs (26.5%). The histopathological examination confirmed the macroscopic aspects. Moreover, this examination revealed parasites and bacteria in the pulmonary lesions. Sixteen bacterial genera and several bacterial species were isolated. Apart from the common germs *Bacillus* and *Proteus*, the bacterial agents the most frequently isolated in the three sampling types were *Streptococcus* sp., *Staphylococcus* sp. and *Escherichia*. Several associations of bacterial species were noted within the same sample. The bacterial genera associated with major pulmonary lesions were *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Klebsiella* and *Corynebacterium*.

Keywords: *Camelus dromedarius* – Bacteria – Lung – Lesion – Abattoir – Mauritania.

Resumen

Kane Y., Kadja M.C., Bada-Alamedji R., Bezeid O.E., Akakpo J.A., Kaboret Y. Lesiones y bacterias de los pulmones del dromedario (*Camelus dromedarius*) en el matadero de Nouakchott, Mauritania

Los datos sobre las afecciones pulmonares del dromedario en Mauritania son raros. El objetivo de este estudio es determinar la prevalencia de las lesiones pulmonares y las bacterias asociadas en los pulmones de dromedarios, en el matadero de Nouakchott (Mauritania). Con este fin, se examinaron 729 pulmones de dromedarios, o sea 31,5% (729/2315) de los animales sacrificados durante el período del estudio. De estos 729 pulmones, 421 presentaron lesiones, o sea una prevalencia de 57,7%. Los tipos dominantes de lesión fueron la atelectasia localizada (68,6%), la pleuresía aislada (64,4%) y el enfisema parcial (59,1%). La prevalencia de las neumonías fue de 24% y la de los quistes hidáticos de 5,2%. Las lesiones fueron clasificadas en lesiones menores y lesiones mayores. Por lo tanto, 17,3% (73/421) de las lesiones observadas fueron lesiones mayores. La frecuencia elevada (64,4%) y el aspecto macroscópico de la pleuresía fueron hechos sobresalientes. Finalmente, se observó una frecuencia relativamente elevada de "ecofrage" (26,5%). El examen histopatológico confirmó los aspectos macroscópicos. Por otra parte, este examen reveló parásitos y bacterias en las lesiones pulmonares. Se aislaron 16 géneros bacterianos y varias especies bacterianas. Aparte los gérmenes banales (*Bacillus*, *Proteus*), los géneros bacterianos más frecuentemente aislados en los tres tipos de muestras fueron estreptococos, estafilococos y *Escherichia*. Varias asociaciones de especies bacterianas se observaron en el seno de una misma muestra. Los géneros bacterianos asociados a las lesiones pulmonares mayores fueron los estreptococos, los estafilococos, las klebsiellas y las corinebacterias.

Palabras clave: *Camelus dromedarius* – Bacteria – Pulmón – Lesión – Matadero – Mauritania.

Epidemiology of Bovine Trypanosomosis in the Abay (Blue Nile) Basin Areas of Northwest Ethiopia

Shimelis Dagnachew¹ A.K. Sangwan²
Getachew Abebe^{3*}

Keywords

Cattle – *Glossina morsitans submorsitans* – Trypanosomosis – Epidemiology – Site factor – Altitude – Seasonal variation – Ethiopia.

Summary

The study was conducted between September 2003 and April 2004 in Denbecha and Jabitehenan *weredas* (districts) located in the lowland (< 1600 m) and midland (1600-2000 m) areas. It generated a baseline data on the epidemiology of trypanosomosis and community awareness regarding the disease in the Abay (Blue Nile) Basin areas of Northwest Ethiopia. A questionnaire survey revealed trypanosomosis to be the most important problem affecting animals and impeding agricultural activities in the areas. *Glossina morsitans submorsitans* was the only tsetse fly species prevalent along with other biting tabanid and muscid flies. The apparent fly densities (flies/trap/day) were significantly higher ($p < 0.05$) in the late rainy season (1.08, 8.78 and 91 for *G. m. submorsitans*, tabanids and muscids, respectively) than in the dry season (0.68, 0.35 and 7.33, respectively). The apparent density of *G. m. submorsitans* was significantly higher ($p < 0.05$) in the lowland areas than in the midland areas in both the late rainy season and the dry season. A total of 1648 cattle were examined for trypanosomosis with the buffy coat technique and the seasonal prevalence (17.07 and 12.35%, respectively) was significantly ($p < 0.05$) different. Infection rates were higher ($p < 0.05$) in the lowland areas, with 19.87 and 17.62%, than in the midland areas, with 13.39 and 6.54%, in the late rainy season and the dry season, respectively. The mean packed cell volume (PCV) values of parasitemic and aparasitemic animals during the late rainy season were 20.7 ± 3.5 and 26.6 ± 4.3 ($p < 0.001$), while they were 21.4 ± 3.6 and 26.6 ± 4.3 ($p < 0.001$) during the dry season, respectively. The regression analysis indicated that the herd average PCV decreased with the increasing prevalence of trypanosome infections in both seasons.

INTRODUCTION

Tsetse-transmitted trypanosomosis is a serious constraint to livestock production and agricultural development in Ethiopia. A total of 14.8 million cattle, 6.12 million sheep and goats, 1 million camels and 1.23 million equines are at risk of contracting trypanosomosis (17). Due to the advancement of tsetse flies into formerly free areas, an estimated 220,000 km² zone is presently affected by tsetse flies (26). These areas are located in the Baro/Akobo, Omo/Ghibe and Abay/Didessa Valleys along the large rivers of the country. They have the most arable soils with a high potential for agricultural development due to high annual rainfall (9). There are five economically important animal trypanosome species in Ethiopia: *Trypanosoma congolense*, *T. vivax*, *T. brucei brucei*, *T. evansi* (11) and *T. equiperdum* (6). The most prevalent trypanosome species in tsetse-infested areas of Ethiopia are *T. congolense* and *T. vivax*. Rowlands et al. (29) reported a prevalence of 37% for

1. Bahir Dar Veterinary Laboratory, Amhara Region Bureau of Agriculture, Bahir Dar, Ethiopia

2. Department of Veterinary Parasitology, College of Veterinary Sciences, CCS Haryana Agricultural University, Hisar 125004, India

3. Faculty of Veterinary Medicine, Addis Ababa University, PO Box 34, Debre Zeit, Ethiopia

* Corresponding author

Tel.: +251 1 33 85 33; fax: +251 1 33 99 33

E-mail: gkibret@yahoo.com (Getachew Abebe)

T. congolense in cattle in tsetse-infested Southwest Ethiopia. Abebe and Jobre (1) reported an infection rate of 58.5% for *T. congolense*, 31.2% for *T. vivax* and 3.5% for *T. brucei* in Southwest Ethiopia. In tsetse infested regions, different workers (2, 24, 34) indicated a prevalence of 17.2, 21 and 14% bovine trypanosomosis in the Southern Rift Valley, Metekel district, and Upper Didessa Valley, respectively, and the dominant species was *T. congolense*.

Disease surveys are lacking for the Abay Basin areas of Northwest Ethiopia. The knowledge of insect biology and ecology, and the status of the disease prevalence are very important for the control of tsetse transmitted trypanosomosis (12). The aims of the present study were to determine the seasonal prevalence of trypanosomosis, the apparent density, the distribution and the vector species, and to assess the community awareness regarding the effects of trypanosomosis and control methods.

■ MATERIALS AND METHODS

Study areas

The study was conducted in eight peasant associations of Denbecha and Jabitehenan *weredas* (districts) of the West Gojjam zone (10° 30' N and 37° 29' E) in Amhara Regional State of Northwest Ethiopia (Figure 1). The climatic conditions alternate between a long summer rainfall season (June-September) and a winter dry season (December-March), with a mean annual rainfall of 1200–1600 mm. The mean temperature is between 10 and 20°C and the altitude ranges from 1400 to 2300 m. Temechan and Bir tributaries in the West Gojjam zone join together before entering the main river (Abay) bordering the study sites. Ponds and marshes were also found in the lowland areas of the present study. The five different vegetation types, namely savannah, grassland, forest, riverine, and bushland, along with the recently expanded cultivated lands, are found. These vegetation types are mainly found in areas below 1700 m, whereas above this altitude the land is occupied by cultivated lands and small areas are left for grazing purposes.

Study design

The study was based on a questionnaire, and entomological and parasitological surveys. It was an epidemiological cross-sectional study covering two *weredas* in lowland (below 1600 m) and midland (1600–2000 m) areas during the two seasons of the year, i.e. the late rainy season (just after the main rainy season from September to November) and the dry season (December to March).

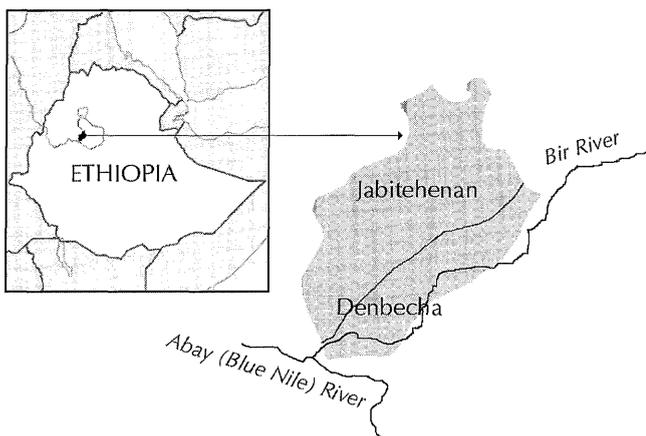


Figure 1: Map of Ethiopia and the study districts (Denbecha and Jabitehenan).

Questionnaire survey

To assess the perception of farmers on the occurrence of tsetse and trypanosomosis, livestock production constraints, socioeconomic status, herd composition and control methods of trypanosomosis, a questionnaire survey was undertaken. A total of 80 farmers selected randomly were interviewed in the study areas.

Entomological survey

The apparent density of tsetse flies and other biting flies in relation to season, altitude, trap and vegetation types were studied at selected sites of the areas. The apparent density was determined based on the mean catches in the traps deployed and expressed as the number of fly catch per trap per day (14). Entomological data were collected in both seasons. The flies were caught with monocoical, biconical, or NGU traps, baited with acetone and three-week-old cow urine (4). A total of 142 traps, 70 in the late rainy season and 72 in the dry season were deployed just before sunrise and kept in position for 72 h. The species of tsetse flies were identified based on morphological characteristics (8, 11, 13), and those of other biting flies according to their morphological characteristics such as size, color, wing venation structure, and proboscis at the genus level (37).

Parasitological survey

To determine the seasonal prevalence of trypanosomosis and to assess the risk factors associated with the disease, cattle blood samples were examined once during both seasons. The study animals constituted about 600 herds of 30,000 cattle in the study areas. The sampling strategy was a cluster sampling method (16) and herds were considered as clusters. The herd (locally called *Sheha* or *Akata*) is defined as a group of cattle owned by people living together in a village, whose animals share the same barn at night and the same grazing area and watering points. The sample size was determined based on the expected prevalence rate of 20% and absolute desired precision of 4% at confidence level of 95%. So the optimum sample size for this study was about 800, and 814 samples from 19 herds and 834 samples from 18 herds were taken during the late rainy season and during the dry season, respectively.

Blood samples were obtained from the ear vein of each animal using two hematocrit capillary tubes. They were examined for the presence of trypanosomes by the dark ground buffy coat technique (21, 27) and anemia was estimated by the packed cell volume (PCV) (38). Confirmation of trypanosome species was done using morphological characteristics (20). During sampling, age, sex, herd number and altitude of the settlement were recorded. The age was categorized into three groups (< 1 year, 1–3 years and > 3 years).

Data analysis

Stata version 7.0 software was used for the analysis and interpretation of the data (33). The apparent fly catches in relation to variables measured (season, altitude level, vegetation and trap types) were analyzed using the Kruskal-Wallis test. The prevalence of trypanosomosis in different variables (altitude level, season, sex and age) was compared with the χ^2 -test. A multivariate computation was conducted by a logistic regression analysis in order to establish the effects of different risk factors (age, sex, altitude and season) compared with the odds ratio. Student's t-test and ANOVA were used to compare the mean PCVs of parasitemic and aparasitemic animals, and the effect of altitude on PCV values in both seasons. The relationship between herd prevalence of trypanosome infections and herd average PCV was examined by a regression analysis using

the herd average PCV as the dependent variable, and the prevalence of trypanosome infections in a herd as the independent variable.

RESULTS

Questionnaire survey

Twenty percent of the respondents settled in the areas during the 1940s, 40% during the 1960s, 20% during the 1970s, 15% during the 1980s and 5% during the 1990s. The farmers still continue to settle in the lowland areas from the highland *weredas* of the West Gojjam zone and from the same *wereda* also. Respondents' livelihood was predominantly (97%) based on mixed crop livestock production systems. The average cultivated land and cattle holding per household were about three hectares and three cattle. The composition of livestock species in the lowland for cattle, small ruminants and equines was 75, 15 and 10%, while in the midland it was 60, 35 and 5%, respectively. The average cattle herd size was 43 and each herd included cattle from several owners (seven on average). The main livestock constraints as perceived by the respondents were livestock diseases, lack of grazing land and watering points, and scarcity of modern veterinary services. The main livestock diseases in order of importance were trypanosomosis, anthrax, pasteurellosis, blackleg, contagious bovine pleuropneumonia, internal parasites and external parasites.

According to 95% of the respondents, trypanosomosis (local name *Mich* or *Ghendi*) turned out to be the main problem affecting livestock productivity and agricultural activities. Almost all the respondents considered trypanosomosis as a disease of cattle mainly, followed by equines and small ruminants. The clinical signs of trypanosomosis, as known by the interviewed people, included rough hair coat, diarrhea, coughing, constipation, emaciation, weakness, reluctance to move, isolation from the herd, depression, abortion, inappetence, etc. The impacts of trypanosomosis were described by the respondents in the following sequence: loss of draft power, under cultivation, abortion, reduced fertility, cost of treatment, mortality, loss of milk and meat production, etc. With regard to the knowledge on transmission of trypanosomosis, 80% of the respondents indicated that the transmitter (vector) and cause of the disease were the environment, 15% believed that biting flies, locally called *Lesso* and *Wegie* (tabanids, muscids, tsetse flies), transmitted the disease, while 5% did not know anything about the cause and transmitter of trypanosomosis. The occurrence of trypanosomosis was high in areas bordering Abay Valley and its tributaries, Bir and Temechan. In the midland areas, 80% of the respondents revealed that their animals contracted trypanosomosis from the lowland areas of the river valleys, when animals moved for grazing and draft purposes. The only control method of trypanosomosis was the use of trypanocidal drugs. The application of flytraps and mobile

targets, initiated by monks in the monastery with the assistance of FAO's Ethiopian Science and Technology Commission (ESTC) and the Amhara Region Bureau of Agriculture, was practiced for a limited period in 2003 (pers. commun.), and this activity created awareness on the control methods of trypanosomosis and tsetse flies. As a result the midland people decreased their animal movements into the lowland areas, particularly during the rainy season.

Entomological survey

A total of 13,927 flies were caught during the late rainy season and 1731 during the dry season. The tsetse flies accounted for 1.12 and 7.79%, tabanids for 8.45 and 4.27%, while muscids for 90.42 and 87.92%, during the late rainy and the dry seasons, respectively. The only tsetse fly species was *Glossina morsitans submorsitans*. The tabanid flies included species of *Tabanus*, *Haematopota* and *Chrysops*, while the muscids were mainly *Stomoxys* species. The mean catches of flies by three different types of traps (monoconical, biconical and NGU) during the first study season (late rainy season) are shown in Table I. There was a significant difference between trap types for the mean catches of flies ($p < 0.05$). Since the monoconical trap performed the best in the study areas, it was used for the determination of the apparent fly density and statistical description.

The apparent fly density (flies/trap/day) was 1.08, 8.78 and 91 for tsetse, tabanids and muscids in the late rainy season and 0.68, 0.35 and 7.33 in the dry season, respectively. There was a significant difference between the seasons in the apparent density of tsetse ($p < 0.05$) and also in other biting flies ($p < 0.005$). Altitude had a significant effect on the apparent density of tsetse in both seasons ($p < 0.005$) (Figure 2). Tsetse fly sexing in the study period

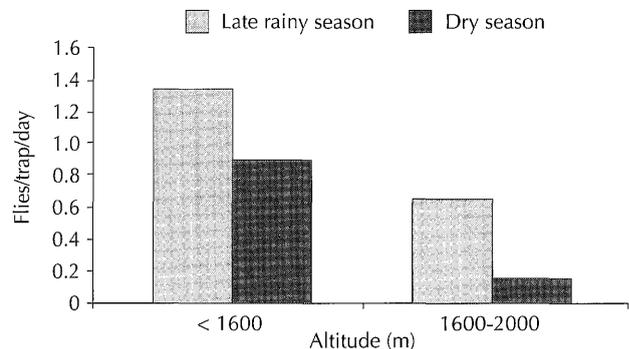


Figure 2: Tsetse apparent density at different altitudes in the late rainy and dry seasons in the Abay Basin areas of North-west Ethiopia.

Table I

Mean fly catches using three trap types during the late rainy season

Trap type	Mean catches/trap					
	Tsetse	SD	Tabanid	SD	Muscid	SD
Biconical	2.29	2.44	13.76	31.63	145.47	168.31
Monoconical	3.22	2.76	26.36	46.49	274.31	382.00
NGU	1.51	2.46	11.70	41.03	131.77	377.14

SD = standard deviation

indicated that females were predominant during the late rainy season (88.78%) and during the dry season (53.33%). Female flies were caught at altitude levels up to 1780 m, while male flies were caught up to 1650 m.

Parasitological and hematological results

The overall prevalence of trypanosomosis during both seasons and the relative prevalence of different trypanosome species are shown in Table II. *T. congolense* was the most prevalent species, followed by *T. vivax* and *T. brucei*. Mixed infections of *T. congolense* and *T. vivax* were also recorded. The prevalence was significantly ($p < 0.05$) higher in the late rainy season than in the dry season. The frequency of infections in the dry season was 0.7 time lower than in the late rainy season.

The prevalence of trypanosome infection in cattle was 18.45% in males and 13.87% in females in the late rainy season, and 12.82 and 11.32%, respectively, during the dry season, but there was no significant difference between sex groups within the same season or between seasons. A higher infection rate (17.2%) was observed in older animals (> 3 years) compared to young animals (< 1 year) in which it reached only 11%. Finally, a relatively lower infection rate of 2.56% was observed in young animals (< 1 year), while in older animals (> 3 years) it reached 15% during the dry period.

The prevalence of trypanosome infection in the late rainy season varied significantly between the lowland and midland areas (19.87 and 13.39%, respectively; $p < 0.05$), and animals in the midland areas were by 0.7 time at a lower risk than those in the lowland areas (Table III). The predominant trypanosome infection was due to *T. congolense* at both altitude levels with 73.9 and 53.2% in the lowland and midland areas, respectively.

The prevalence of trypanosomosis in the dry season was significantly different in the lowland (17.62%) and midland areas (6.54%) ($p < 0.001$). The predominant trypanosome infection was due to *T. congolense* in the lowland areas with 94.8%, while the predominant one in the midland areas was due to *T. vivax* (53.8%). The herd mean prevalence of trypanosomes in the late rainy season was 16.02% and in the dry season 12.38% ($p < 0.05$), and the overall herd prevalence was 14.25%. All the sampled herds were positive for trypanosome infections.

The PCV values of parasitemic and aparasitemic animals were 20.7 ± 3.5 and 26.6 ± 4.3 during the late rainy season ($p < 0.001$), while they were 21.4 ± 3.6 and 26.6 ± 4.3 during the dry season ($p < 0.001$), respectively. The range of PCV values in parasitemic animals was from 11 to 35% and in aparasitemic animals from 14 to 43% in the late rainy season, while in the dry season the range was from 14 to 32% in parasitemic animals and 16 to 44% in

Table II

Prevalence of trypanosome infection in two seasons in the Abay Basin areas of Ethiopia

Season	Total cattle	Trypanosoma species (%)				Overall prevalence (%)	SD
		Tc	Tv	Tb	Mixed		
Late rainy	814	66.90	31.65	0.00	1.45	17.07	0.38
Dry	834	79.61	16.51	1.94	1.94	12.35	0.33
Total	1648	72.31	25.21	0.83	1.65	14.68	0.35

Tc = *T. congolense*; Tv = *T. vivax*; Tb = *T. brucei*; Mixed = *T. congolense* and *T. vivax*
SD = standard deviation

Table III

Prevalence of trypanosomes in cattle at different altitudes during the late rainy season and in the dry season in the Abay Basin areas of Northwest Ethiopia

Season (altitude)	Total	Trypanosome species (%)				Prevalence (%)
		Tc	Tv	Tb	Mixed	
LRS (< 1600 m)	463	62.56	23.04	0	0	19.87
LRS (1600–2000 m)	351	53.19	42.55	0	4.25	13.39
Total	814	66.90	31.65	0	1.43	17.07
DS (< 1600 m)	437	94.80	3.89	1.29	0	17.62
DS (1600–2000 m)	397	34.61	53.84	3.84	7.69	6.54
Total	834	79.61	16.50	1.94	1.94	12.35
Overall total	1648	72.31	25.20	0.82	1.65	14.68

Tc = *T. congolense*; Tv = *T. vivax*; Tb = *T. brucei*; Mixed = *T. congolense* and *T. vivax*
LRS = late rainy season; DS = dry season

aparasitemic animals. The PCV values of animals in the lowland areas were 24.8 ± 4.8 and in the midland areas 26.6 ± 4.4 in the late rainy season, while in the dry season they were 24.5 ± 4.1 in the lowland areas and 26.8 ± 4.1 in the midland areas.

The PCV value of the 19 herds (average 25.78%) varied significantly with the prevalence (mean 16.02%) during the late rainy season ($p < 0.002$) with a regression coefficient of -0.22 . Similarly, during the dry season the average PCV value of the 18 herds was 25.68% and the mean prevalence was 12.38% ($p < 0.002$) with a regression coefficient of -0.17 .

■ DISCUSSION

Over 97% of the interviewed farmers depended on mixed agriculture farming for their livelihood, which is consistent with the general situation of Ethiopia where over 80% of the population is engaged in a mixed farming system. The survey revealed that trypanosomosis was the most important problem for agricultural activities and animal production in the Abay Basin areas of Northwest Ethiopia settled since the 1960s. Similar results were reported in the western and northwestern parts of Ethiopia. Trypanosomosis occurs throughout the year but its incidence increases after the rainy season and after the short rainy season. Tewelde (34), Ngare and Mwendia (25), and Afewerk et al. (2) also reported similar results. The absence of tsetse control activities generally makes the farmers inclined to using chemotherapy.

Glossina m. submorsitans was the only species of tsetse fly found in the areas. The seasonal apparent differences might result from an absolute increase in the number of tsetse flies due to a favorable environment such as enough moisture, vegetation growth and suitable habitat, or the spread of flies from the rivers and thickets, where they usually inhabit during the dry season, to more open areas during the rain (4). Leak et al. (14) also cited the latter as a possible reason for the high densities of *G. pallidipes* obtained during the dry season when the traps were deployed in the Ghibe River Valley. The increases in the tsetse apparent density during the wet season have been reported in Ethiopia (19), Somalia (18), Cote d'Ivoire, Togo, Gabon and Zaire (14).

The results of the tsetse fly survey agreed well with the general knowledge on the ecology of tsetse species found in Southwest Ethiopia for the *morsitans* group. Typical habitat patterns were found in the study areas for the savannah species *G. m. submorsitans* that prefers savannah grass, riverine, and forest ecology. *G. m. submorsitans* was concentrated in the lowland areas as climatic conditions were more favorable. Some flies, however, were found as high as 1780 m. Earlier works (8, 10, 11) had established the tsetse geographical limit at 1600 m. Later, Tikubet and Gemechu (35) found the upper limit to be at 1700 m, and NTTICC (26) and Slingenbergh (32) reported the limit to be at 2000 m. A survey conducted by ESTC/SRVETEP (7) in Denbecha *wereda* indicated that the upper limit was below 1900 m. Earlier, *G. tachinoides* and *G. m. submorsitans* were caught by Langridge (11) in the Abay Valley areas. Tikubet and Gemechu (35) also reported *G. tachinoides* and *G. m. submorsitans* in the Abay and Didessa Valleys. Most of the tsetse flies in the present study were caught in the lowland areas and the apparent density decreased as altitude increased. This trend supports earlier works by Langridge (11), Tikubet and Gemechu (35), and Leak (12). Slingenbergh (32) discussed the invasion of *G. m. submorsitans* in the Upper Didessa Valley, and cited a USAID report (USAID, 1976) which suggested that the invasion of tsetse began during the 1970s and was responsible for an evacuation of the human population from the Didessa Valley at that time. The Didessa and Angar Rivers are both tributaries of the Abay (Blue Nile) River. Ford et al. (8) reported that 5902 km² of

the river basin of the Angar, Didessa and Wama Valleys were infested by *G. m. submorsitans* and *G. tachinoides*. *G. m. submorsitans* has a wider spread habitat than *G. tachinoides* and *G. pallidipes*, and it is also an efficient vector of pathogenic trypanosomes to domestic livestock. The advance of *G. m. submorsitans* in the Abay Basin areas of Northwest Ethiopia as seen in the present study could have a great importance regarding the epidemiology of bovine trypanosomosis and human settlement. The reason for the absence of *G. tachinoides* in the present study is not clear.

NGU traps are efficient for savannah species (14), but in this study monoconical traps were the best of the three trap types used during tsetse fly sampling. When *Glossina m. submorsitans* was detected in Western Ethiopia (Gullele/Tolly area) (13), it was indicated that biconical traps were not efficient. The apparent densities of the tabanid and muscid flies were 6 flies/trap/day and 91 flies/trap/day, respectively, in the late rainy season, and 0.43 fly/trap/day and 7 flies/trap/day, respectively, in the dry season.

The higher prevalence of bovine trypanosomosis was found in the low altitude areas along the river valleys of Bir, Temechan and Abay compared to the mid altitude areas. The seasonal occurrence of the disease was also consistent with the general knowledge of the vectors of trypanosomosis and hence it was higher during the late rainy season.

The most prevalent trypanosome species in tsetse-infested areas of Ethiopia are *T. congolense* and *T. vivax*. Rowlands et al. (29) reported a prevalence rate of 37% for *T. congolense* in Southwest Ethiopia. Abebe and Jobre (1) reported an infection rate of 58.5% for *T. congolense*, 31.2% for *T. vivax* and 3.5% for *T. brucei* in Southwest Ethiopia. Different workers (2, 24, 34) reported prevalence rates of 17.2, 21 and 17.5% in Metekel district, Southern Rift Valley and Upper Didessa Valley of tsetse infested regions, respectively, and the dominant species was *T. congolense*. The prevalence of bovine trypanosomosis in the North Omo zone in the dry and wet seasons was 14.2 and 21.5%, respectively (24). The dominant trypanosome species was *T. congolense* (66.1%) followed by *T. vivax* (20.8%). The same trend was also reported by Rowlands et al. (30) in the Southern Rift Valley of Ethiopia. The predominance of *T. congolense* infection in cattle may be due to the high number of serodemes of *T. congolense* as compared to *T. vivax* and the development of a better immune response to *T. vivax* (12, 15). It may also suggest that the major cyclical vector is *G. m. submorsitans*, which is a more efficient transmitter of *T. congolense* than of *T. vivax* (11). In East Africa, *T. vivax* is generally less virulent (except in the hemorrhagic syndrome) than *T. congolense* and consequently cattle develop tolerance for *T. vivax* more readily and easily than for *T. congolense* (1).

There was a significant difference ($p < 0.05$) between the seasons as the prevalence of trypanosomosis was higher in the late rainy season (17.07%) than in the dry season (12.35%). The risks of trypanosomosis in cattle were 0.5 time lower in the dry season than in the late rainy season. The concurrent tsetse survey at the same time in the same altitude areas revealed that the apparent density was higher in the late rainy season than in the dry season. Muturi et al. (24) reported similar results in the North Omo zone, where the prevalence of trypanosomosis was higher in the wet season than in the dry season.

Rowlands et al. (28) in Ghibe observed that with a decrease in the PCV value, the proportion of infected animals increased and hence the mean PCV was a good indicator for the health status of herds in trypanosomosis endemic areas. The lower mean PCV value of parasitemic animals is reported by several authors (2, 14, 24, 34). Similarly, Van den Bossche and Rowlands (36) reported that the regression analysis of herd average PCV of parasitologically

positive herds showed a decrease with the increasing prevalence of trypanosome infection. The development of anemia is one of the most typical signs of trypanosomosis caused by *T. congolense* in susceptible cattle breeds (22). Bovine trypanosomosis control aims at reducing the prevalence of infection with a concomitant increase in the herd average PCV (3). Therefore, the knowledge of the relationship between the prevalence of trypanosome infection and herd average PCV could be a useful tool to assess the impact of control interventions. However, the herd average PCV is affected by factors other than trypanosomosis (5). These confounding factors are not always identifiable but they are likely to affect both trypanosomosis positive and negative animals. Other factors considered to affect PCV values in animals in the study areas were helminthosis, tick-borne diseases and nutritional imbalances. On the other hand, most of the parasitemic animals in the lowland areas were in good body condition despite having low PCVs. This could be attributed to the fact that animals in low altitude areas had access to adequate nutrition due to the availability of sufficient pasture compared to animals in mid and high altitude areas.

CONCLUSION

Settlers in the Abay Basin (Denbecha and Jabitehenan) areas of Northwest Ethiopia considered trypanosomosis as the most important problem for agricultural activities and animal production. *G. m. submorsitans*, the only prevalent tsetse fly, advanced at an altitude as high as 1780 m, posing a risk to areas considered tsetse free by earlier studies. The prevalence of bovine trypanosomosis was found to be higher in the late rainy season than in the dry season. The prevalence was higher in low altitude areas compared to mid altitude areas in both seasons. The mean PCV values of parasitemic and aparasitemic animals were significantly different and the herd average PCV values were also negatively correlated to the herd prevalence.

Acknowledgments

We thank the Faculty of Veterinary Medicine of Addis Ababa University, Amhara Region Bureau of Agriculture, Amhara Region Agricultural Research Institute, Bahir Dar Veterinary Laboratory, Denbecha and Jabitehenan *weredas* Office of Agriculture, and Debre Genet Orthodox Church Monastery for their financial, logistic and other supports.

REFERENCES

1. ABEBE G., JOBRE Y., 1996. Trypanosomosis: A threat to cattle production in Ethiopia. *Revue Méd. vét.*, **147**: 897-902.
2. AFEWERK Y., CLAUSEN P.-H., ABEBE G., TILAHUN G., MEHLITZ D., 2000. Multiple-drug resistant *Trypanosoma congolense* population in village cattle of Metekel district, northwest Ethiopia. *Acta trop.*, **76**: 231-238.
3. BAUER B., 2001. Improved strategies for sustainable trypanosomosis management within the context of primary animal health care. In: Proc. 25th International Scientific Council for Trypanosomosis Research and Control (ISCTRC), Mombassa, Kenya, 27 Sept.-1 Oct. 1999. Nairobi, Kenya, OAU/STRC, No. 120, p. 123-130.
4. BRIGHTWELL R., DRANSFIELD R.D., KORKU C.A., GOLDR T.K., TARIMO S.A., MUGNAI D., 1987. A new trap for *Glossina pallidipes*. *Trop. Pest Manage.*, **33**: 151-159.
5. CONNER R.J., 1994. Improving draught animal management with strategic chemotherapeutic control of trypanosomosis. In: Workshop of the animal traction network for Eastern and Southern Africa, "Improving animal traction technology", Lusaka, Zambia, 18-23 Jan. 1992.
6. DAGNACHEW Z., SHAFU K., ABDUL S., 1981. An investigation of dourine in Arsi administrative region. *Ethiopian vet. Bull.*, **4**: 3-9.
7. ESTC/SRVETEP, 2000. Pilot survey on tsetse and trypanosomosis in Denbecha wereda, Northwest Ethiopia. Addis Ababa, Ethiopia, ESTC.
8. FORD J., MAKIN M.J., GRIMBLE R.J., 1976. Trypanosomosis control program for Ethiopia. London, UK, Ministry of Overseas Development, p. 1-30.
9. JEMAL A., HUGH-JOHNS M.E., 1995. Association of tsetse control with health and productivity in the Didessa Valley, Western Ethiopia. *Prev. Med.*, **22**: 29-40.
10. KRUG W., 1971. A survey of trypanosomosis with particular emphasis to livestock, in the southwestern province of Ethiopia. *Bull. Epizoot. Dis. Afr.*, **19**: 243-255.
11. LANGRIDGE W.P., 1976. Tsetse and trypanosomosis survey of Ethiopia. London, UK, Ministry of Overseas Development, p. 1-40.
12. LEAK S.G.A., 1999. Tsetse biology and ecology: Their role in the epidemiology and control of trypanosomosis. Wallingford, UK, CABI Publishing and ILRI, p. 152-210.
13. LEAK S.G.A., MULATU W., 1993. Advance of *Glossina morsitans submorsitans* and *G. pallidipes* along the Ghibe River system in Southwest Ethiopia. *Acta trop.*, **55**: 91-95.
14. LEAK S.K.A., WOUME K.A., COLARDELLE C., DUFFERA W., FERON A., MULINGO M., TIKUBET G., TOURE M., YANGARI G., 1987. Determination of tsetse challenge and its relationship with trypanosomosis prevalence. In: Livestock production in tsetse infested areas of Africa. Nairobi, Kenya, ATLN, p. 43-52.
15. MACLENNAN K.J.R., 1980. Tsetse transmitted trypanosomosis in relation to the rural economy. *World. Anim. Rev.*, **36**: 2-22.
16. MARTIN S.W., MEEK A.H., WILLEBERG P., 1987. Veterinary epidemiology. Principles and methods. Ames, IA, USA, Iowa State University Press.
17. Ministry of Agriculture, 1995. Ethiopian ruminant livestock development strategy. Addis Ababa, Ethiopia, Ministry of Agriculture, p. 112-113.
18. MOHAMMED-AHEMED M.M., AHMED A.I., ISHAG A., 1989. Trypanosome infection rate of *Glossina morsitans submorsitans* in Bahr el Arab, South Darfur province, Sudan. *Trop. Anim. Health Prod.*, **21**: 239-244.
19. MSANGI S., 1999. Distribution, density and infection rates of tsetse in selected sites of Southern Rift Valley of Ethiopia. MSc Thesis, Faculties of Veterinary Medicine, Addis Ababa, Ethiopia / Freie Universität, Berlin, Germany.
20. MULLIGAN H.W., 1970. The African trypanosomoses. London, UK, Ministry of Overseas Development / George Allen and Unwin, p. 950.
21. MURRAY M., 1979. Anaemia of bovine African trypanosomosis. In: Losos G., Chouinard A. Eds., An overview in pathogenicity of trypanosomes. Ottawa, Canada, IDRC.
22. MURRAY M., DEXTER M., 1988. Trypanotolerance, its criteria and genetic and environmental influence. In: Proc. Meeting on livestock production in tsetse affected areas of Africa. Nairobi, Kenya, ILCA/ILRAD.
23. MURRAY M., MURRAY P.K., MCINTYRE W.I.M., 1977. An improved parasitological technique for the diagnosis of African trypanosomosis. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, **71**: 325-326.
24. MUTURI K.S., MSANGI S., MUNSTERMANN S., CLAUSEN P.-H., ABEBE G., TILAHUN G., BANCHA B., MEBRATE A., 2000. Trypanosomosis risk assessment in selected sites of the Southern Rift Valley of Ethiopia. In: Proc. 25th International Scientific Council for Trypanosomosis Research and Control (ISCTRC), Mombassa, Kenya, 27 Sept.-1 Oct. 1999. Nairobi, Kenya, OAU/STRC, No. 120.
25. NGARE P.M., MWENDIA C.M.T., 2000. Tsetse and trypanosomosis: An epidemiological survey in Osupuko and Mara division of Narok district. In: Proc. 25th International Scientific Council for Trypanosomosis Research and Control (ISCTRC), Mombassa, Kenya, 27 Sept.-1 Oct. 1999. Nairobi, Kenya, OAU/STRC, No. 120.
26. NTTICC, 1996. Annual report, Ministry of Agriculture. Bedelle Illubabor, Ethiopia, NTTICC, p. 29.
27. PARIS J., MURRAY M., MCOIMBA F., 1982. A comparative evaluation of the parasitological techniques currently available for the diagnosis of African trypanosomosis in cattle. *Acta trop.*, **39**: 307-316.
28. ROWLANDS G.J., LEAK S.G.A., PEREGRINE A.S., NAGDA S.M., MULATU W., D'IETEREN G.D.M., 2001. The incidence of new and the prevalence of recurrent trypanosome infection in cattle in Southwest Ethiopia exposed to a high challenge with drug-resistant parasite. *Acta trop.*, **79**: 149-163.
29. ROWLANDS G.J., MULATU W., AUTHIE E., LEAK S.G.A., PEREGRINE A.S., 1993. Epidemiology of bovine trypanosomosis in the Ghibe Valley, Southwest Ethiopia. *Acta trop.*, **53**: 135-150.

30. ROWLANDS G.J., MULATU W., NAGDA S. M., DOLAN R.B., D'ETEREN G.D.M., 1995. Genetic variation in packed red cell volume and frequency of parasitaemia in East African zebu cattle exposed to drug resistant trypanosomes. *Livest. Prod. Sci.*, **43**: 75-84.
31. SEIFERT S.H., 1996. Tropical animal health, 2nd Edn. Dordrecht, The Netherlands, Kluwer Academic Publisher, p. 8.
32. SLINGENBERGH J., 1992. Tsetse control and agricultural development in Ethiopia. *World Anim. Rev.*, **70-71**: 30-36.
33. STATA CORPORATION, 2000. Intercooled Stata, Version 7.0 for Windows 95/98/NT. College Station, TX, USA, STATA Corp.
34. TEWELDE N., ABEBE G., EISLER M.C., MCDERMOTT J., GREINER M., AFEWERK Y., KYULE M., MUNSTERMANN S., ZESSIN K.-H., CLAUSEN P.-H., 2004. Application of field methods to assess isometamidium resistance of trypanosomes in cattle in Western Ethiopia. *Acta trop.*, **90**: 163-170.
35. TIKUBET G., GEMECHU T., 1984. Altitudinal distribution of tsetse flies in the Fincha Valley (western part of Ethiopia). *Insect Sci. Appl.*, **5**: 389-395.
36. VAN DEN BOSSCHE P., ROWLANDS G.J., 2001. The relationship between the parasitological prevalence of trypanosomal infection and herd average packed cell volume. *Acta trop.*, **78**: 163-170.
37. WALLE R., SHEARER D., 1997. Veterinary entomology. Arthropod ectoparasites of veterinary importance. London, UK, Champman and Hall, p. 141-193.
38. WOO P.T.K., 1970. Haematocrit centrifugation technique for the diagnosis of African trypanosomosis. *Acta trop.*, **27**: 384-386.

Reçu le 08.03, 2005, accepté le 13.01.2006

Résumé

Shimelis Dagnachew, Sangwan A.K., Getachew Abebe. Epidémiologie de la trypanosomose bovine dans la région du bassin de l'Abay (Nil bleu), nord-ouest de l'Ethiopie

L'étude a été menée entre Septembre 2003 et Avril 2004 dans les districts de Denbecha et de Jabitehanan situés à basse (< 1 600 m) et moyenne altitudes (1 600-2 000 m). Les objectifs de cette étude ont été de générer des données épidémiologiques sur les tsé-tsé et la trypanosomose, et sur la connaissance de cette maladie par les communautés locales. Les résultats d'un questionnaire ont montré que la trypanosomose était le problème majeur affectant les animaux et entravant les activités agricoles de la zone. Le suivi entomologique a révélé la présence de *Glossina morsitans submorsitans*, seule espèce de glossine de la zone, ainsi que de tabanidés et de muscidés. Les densités apparentes (mouches/piège/jour) ont été significativement plus élevées ($p < 0,05$) à la fin de la saison des pluies (1,08, 8,78 et 91 respectivement pour *G. m. submorsitans*, les tabanidés et les muscidés) qu'en saison sèche (respectivement 0,68, 0,35 et 7,33). Dans les zones de basse altitude, la densité apparente de *G. m. submorsitans* a été significativement plus élevée ($p < 0,05$) que dans les zones de moyenne altitude à chaque saison. Un total de 1 648 animaux ont été examinés pour la trypanosomose par la méthode de centrifugation en tube microhémocrite ; les prévalences saisonnières ont été significativement différentes ($p < 0,05$) avec 17,07 p. 100 en fin de saison des pluies et 12,35 p. 100 en saison sèche. Les taux d'infection ont été plus élevés ($p < 0,05$) dans les zones de basse altitude (19,87 et 17,62 p. 100 respectivement à la fin de la saison des pluies et en saison sèche) que dans les zones de moyenne altitude (13,39 et 6,54 p. 100). Les valeurs moyennes de l'hématocrite des animaux infectés et apparemment non infectés ont été respectivement de $20,7 \pm 3,5$ et $26,6 \pm 4,3$ ($p < 0,001$) en fin de saison des pluies et de $21,4 \pm 3,6$ et $26,6 \pm 4,3$ ($p < 0,001$) en saison sèche. L'analyse de régression a montré qu'à chaque saison l'hématocrite moyen du troupeau diminuait quand la prévalence de la trypanosomose augmentait.

Mots-clés : Bovin – *Glossina morsitans submorsitans* – Trypanosomose – Epidémiologie – Facteur lié au site – Altitude – Variation saisonnière – Ethiopie.

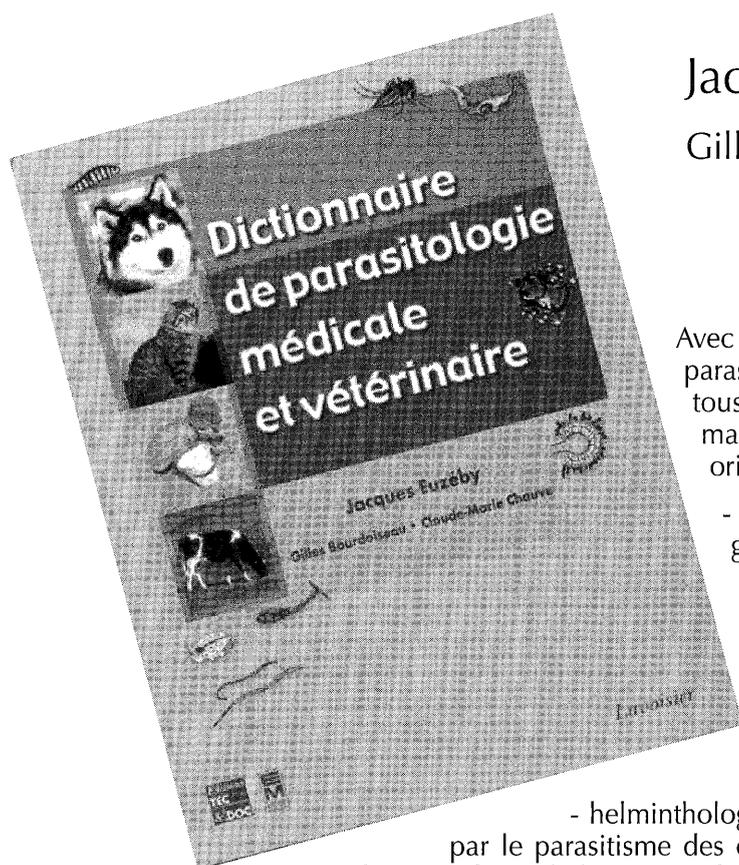
Resumen

Shimelis Dagnachew, Sangwan A.K., Getachew Abebe. Epidemiología de la tripanosomosis bovina en las zonas de la cuenca Abay (Nilo Azul) del noroeste de Etiopía

El estudio se llevó a cabo entre septiembre 2003 y abril 2004, en las *weredas* (distritos) de Denbecha y Jabitehanan, localizados en las zonas de tierras bajas (< a 1600 m) y medias (1600-2000 m). Generó una base de datos primaria sobre la epidemiología de la tripanosomosis y la conciencia de la comunidad sobre la enfermedad en las áreas de la cuenca Abay (Nilo Azul) en el noroeste de Etiopía. Una encuesta mediante un cuestionario reveló que la tripanosomosis es el problema principal que afecta a los animales y dificulta las actividades agrícolas en el área. *Glossina morsitans submorsitans* fue la única especie de mosca tsé-tsé prevalente, junto con otros tabánidos picadores y moscas "múscidas". Las densidades aparentes de moscas (moscas/trampa/día) fueron significativamente más elevadas ($p < 0.05$) durante la estación lluviosa tardía (1,08, 8,78 y 91 para *G. m. submorsitans*, tabánidos y múscidos respectivamente), que durante la estación seca (0,68, 0,35 y 7,33, respectivamente). La densidad aparente de *G. m. submorsitans* fue significativamente más elevada ($p < 0,05$) en las zonas bajas que en las medias, tanto durante la estación lluviosa tardía como durante la seca. Un total de 1648 bovinos fueron examinados para la tripanosomosis, mediante la técnica de *buffy coat* y la prevalencia estacionaria (17,07 y 12,35% respectivamente) fue significativamente ($p < 0,05$) diferente. Las tasas de infección fueron superiores ($p < 0,05$) en las zonas bajas, con 19,87% y 17,62%, que en las zonas medias, con 13,39 y 6,54%, durante la estación lluviosa tardía y seca, respectivamente. Los valores del conteo de glóbulos rojos (PCV) de los animales parasitémicos y aparasitémicos durante la estación lluviosa tardía fue de $20,7 \pm 3,5$ y $26,6 \pm 4,3$ ($p < 0,001$), mientras que durante la estación seca fueron de $21,4 \pm 3,6$ y $26,6 \pm 4,3$ ($p < 0,001$), respectivamente. El análisis de regresión indicó que el promedio del PCV del hato disminuyó con el aumento de la prevalencia de las infecciones de tripanosomosis durante ambas estaciones.

Palabras clave: Ganado bovino – *Glossina morsitans submorsitans* – Tripanosomosis – Epidemiología – Característica del sitio – Altitud – Variación estacional – Etiopía.

Dictionnaire de parasitologie médicale et vétérinaire



Jacques Euzéby

Gilles Bourdoiseau, Claude-Marie Chauve

Avec près de 4 200 entrées, ce dictionnaire de parasitologie médicale et vétérinaire fournit à tous les lecteurs concernés par ce vaste domaine les repères indispensables pour s'y orienter :

- parasitologie générale et physiopathologie générale des affections et maladies parasitaires de l'homme et des animaux (animaux domestiques, animaux de rente, nouveaux animaux de compagnie...)
- mycologie médicale et mycoses
- protozoologie médicale et protozooses
- helminthologie médicale et helminthoses déterminées par le parasitisme des cestodes, monogènes, trématodes, nématodes, acanthocéphales, auxquels sont ajoutés les annélides (sangues)
- entomologie et entomoses (*lato sensu*) déterminées par le parasitisme des insectes, acariens, pentastomes et crustacés.

Véritable référence de la parasitologie comparée, cet ouvrage est conçu pour les médecins cliniciens (parasitologues médicaux, dermatologues, infectiologues, tropicalistes, épidémiologistes, spécialistes de médecine agricole, microbiologistes, internistes...), les vétérinaires exerçant en cabinet libéral ou chargés de contrôle des denrées alimentaires, et des produits animaux en particulier, les biologistes et techniciens d'analyses biologiques exerçant à l'hôpital ou en ville, et enfin les administrations centrales et services déconcentrés chargés d'une mission de sécurité sanitaire alimentaire ou environnementale.

2005

504 p.

21,5 x 27,5 cm

ISBN : 2-7430-0705-2

175,00 euros

Tec & Doc - EM Inter - Lavoisier
Editeur

Pour commander :

Librairie Lavoisier

11 rue Lavoisier, 75008 Paris, France

Tél. : +33 (0)1 42 65 39 95

Fax : +33 (0)1 42 65 02 46

E-mail : magasin@lavoisier.fr

www.Lavoisier.fr

Analyse de systèmes de production animale à l'échelle d'un canton : cas de Boboyo dans l'Extrême-Nord Cameroun

R. Ziébé¹ E. Thys^{2*} R. De Deken²

Mots-clés

Élevage – Agriculteur – Transhumance – Ressource alimentaire pour animaux – Collecte de données – Méthode – Densité de population – Cameroun.

Résumé

Les auteurs ont appliqué une méthode permettant la collecte de données fiables sur les effectifs animaux et sur les techniques de production pouvant servir comme indicateurs objectivement vérifiables au démarrage de projets de développement. Cette méthode a été basée sur l'utilisation de données spatiales combinées à une enquête transversale rétrospective. L'étude a également permis d'affiner les données sur les populations humaines et d'analyser la charge animale. Le canton comptait ainsi, sur une superficie de 150 km², 8 300 habitants répartis dans 1 658 concessions dont 87 p. 100 d'entre elles possédaient des animaux. La charge totale en bétail était de 23,6 UBT/km². Chaque concession disposait en moyenne de 2,47 UBT. Les paysans sédentaires possédaient 2 334 bovins, mais le cheptel des transhumants attirés annuellement par les pâturages du canton augmentait ce cheptel temporairement de façon importante. Les caprins, les volailles et les porcins étaient les autres espèces les plus représentées dans les concessions des éleveurs sédentaires. Le cheptel ne semblait pas avoir évolué ces dernières années. L'insuffisance de données fiables sur les systèmes de production animale dans cette région d'élevage du Cameroun pourrait être palliée par l'application de la méthode proposée sur des cantons représentatifs de la variété des systèmes.

■ INTRODUCTION

L'élevage a toujours représenté un important moyen de subsistance pour les populations des régions sèches. Les animaux y jouent un rôle d'épargne et de source de protéines. De plus en plus, certaines espèces sont utilisées dans la culture attelée et le transport. Dans une perspective générale de développement, la composante élevage de l'agriculture peut donc contribuer substantiellement à la sécurité alimentaire et à la lutte contre la pauvreté (9). Une bonne connaissance des modèles de système existant, basée sur des analyses de données d'enquêtes et géographiques (notamment l'utilisation de GPS), est indispensable (18).

1. Projet d'appui au développement de l'élevage, canton de Boboyo, BP 988, Maroua, Cameroun

2. Institut de médecine tropicale, département de Santé animale, Nationalestraat 155, B-2000, Anvers, Belgique

* Auteur pour la correspondance

Tél. : +32 3 247 63 92 ; fax : +32 3 247 62 68 ; e-mail : ethys@itg.be

Au Cameroun où l'élevage contribue pour 12 p. 100 au produit intérieur brut (7), certaines organisations d'appui au développement financent effectivement des programmes de production animale dans ce but. Cependant, des données chiffrées fiables sur les systèmes de production manquent souvent et empêchent d'établir une stratégie d'intervention adaptée et d'évaluer son impact. Cela est aussi le cas pour la connaissance des effectifs d'animaux domestiques dont l'estimation est souvent imprécise (11). L'estimation du cheptel bovin, par exemple, se fait principalement à partir de données collectées lors des campagnes de prophylaxie effectuées par les services étatiques, durant lesquelles seule une partie du cheptel est présentée, étant donné que le coût est actuellement reporté sur l'éleveur.

La province de l'Extrême-Nord Cameroun, située dans la zone soudano-sahélienne, est la plus peuplée du pays et compte près de 2 750 000 habitants sur une superficie d'environ 32 000 km² (13). L'élevage y constitue l'une des principales activités et représente, après le coton, la deuxième source de revenus pour les populations rurales. En 2002, les statistiques gouvernementales estimaient

le cheptel bovin de la province à 2 100 000 têtes (38 p. 100 du cheptel national) et le cheptel de petits ruminants à 2 800 000 têtes, soit 40 p. 100 du cheptel national (12).

Tout comme dans les autres zones arides et semi-arides, le niveau des précipitations annuelles a diminué dans le canton. Les changements climatiques ont raccourci la saison des pluies et le déplacement des précipitations a visiblement modifié l'écologie de la région. Dans la province, 600 mm de pluie tombe en moyenne par an. La végétation, avec une dominance de steppe herbeuse, y est principalement composée de *Sclerocarya byrrea*, *Anogeissus leio-carpus*, *Schizachyrium exile* et *Pennisetum* sp. Dans les zones inondables *Schoenefeldia gracilis* est l'espèce dominante (15). Ngwa et al. (14) ont également montré une préférence des caprins pour *Acacia seyal*, *A. senegal*, *Pterocarpus lucens* et *Ziziphus mauritiana* dans cette zone sahélienne camerounaise.

La présente étude porte sur le canton de Boboyo (figure 1). Il correspond à un centre zootechnique et vétérinaire, et à la plus petite unité d'intervention technique du ministère camerounais en charge de la santé et des productions animales, le ministère de l'Élevage, des Pêches et des Industries animales (Minepia). Boboyo est habité presque exclusivement d'agriculteurs de l'ethnie Moundang. L'introduction de la culture cotonnière a entraîné la possession des animaux de trait et l'augmentation des surfaces cultivables (19). En saison sèche, le canton accueille également des transhumants attirés par le pâturage, les résidus de récolte et la présence d'infrastructures hydrauliques. Confrontés à la conception d'un plan pour un projet de soutien de l'élevage par Vétérinaires sans frontières Belgique, les auteurs ont appliqué une méthode permettant d'avoir des données fiables pouvant servir comme indicateurs objectivement vérifiables, lors du démarrage de projet, aussi bien en effectifs d'animaux, en charge animale qu'en techniques de production.

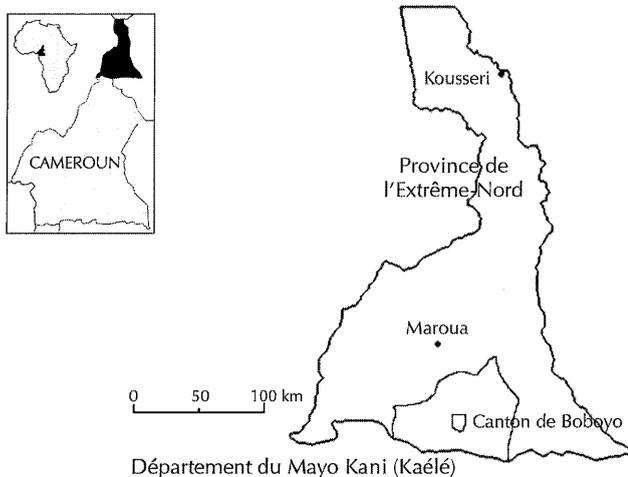


Figure 1 : localisation du canton de Boboyo dans la province de l'Extrême-Nord Cameroun.

■ MATERIEL ET METHODES

Cartographie

Le canton a été préalablement délimité à partir d'une image satellite (Landsat) de la zone de Kaélé, département du Mayo Kani (Fotsing E., commun. pers., 2003), d'une carte du Cameroun à 1/200 000 (Institut géographique national, 1972) et d'une carte de la région (19). Ces cartes et images ont permis d'établir une carte digitalisée du canton de Boboyo. L'image satellite a été calée dans

la projection Universal Transverse Mercator (UTM) ellipsoïde WGS84, moyennant les coordonnées géographiques des points facilement repérables : intersection entre route et Mayo (ponts et radiers), et intersection entre routes, limites naturelles (contour Mayo). Une analyse thématique a été faite sur MAP info 4.1 et a permis de calculer l'étendue du canton afin de calculer ensuite les charges.

Enquête transversale

L'unité d'observation de l'enquête était la concession. Un recensement exhaustif de ces concessions a été réalisé lors d'un passage rapide, au cours duquel les paramètres d'identification précise de la concession et la possession ou non des différentes espèces domestiques ont été enregistrés. Ce recensement a servi ensuite de base de sondage pour l'enquête transversale et pour la stratification de l'échantillon.

L'enquête transversale a eu lieu du 11 novembre au 28 décembre 2002 et a combiné un comptage des animaux domestiques avec une interview des chefs de concessions, comprenant également des questions rétrospectives sur une période de 12 mois à partir du moment de l'enquête. L'interview était articulée autour de sept pôles de questions dont seules celles relatives à la caractérisation de la concession, à la possession et l'utilisation des animaux, ainsi qu'à l'alimentation des animaux, ont fait l'objet du présent article.

Les paysans sédentaires possédant des animaux ont été divisés, à partir des informations du recensement, en deux strates comprenant (i) les sédentaires possédant des bovins (Sédentaires BV) et (ii) les sédentaires ne possédant pas de bovins, mais ayant au moins des petits ruminants (Sédentaires PR). Tous les 267 Sédentaires BV du recensement ont été inclus dans l'enquête, ainsi que 316 des 730 Sédentaires PR recensés. Ces derniers ont été sélectionnés aléatoirement par échantillonnage systématique à partir d'une liste nominative classée alphabétiquement et en utilisant un pas de deux. Les neuf ménages d'éleveurs transhumants présents dans le canton au moment de l'enquête ont également été interviewés et leurs animaux comptés.

Cinq Sédentaires BV et quatre Sédentaires PR ayant dû être éliminés des analyses, l'échantillon final était composé de 262 Sédentaires BV, 312 Sédentaires PR et 9 éleveurs transhumants, soit un total de 583 concessions, dont 574 appartenant à des sédentaires.

Dénombrement des animaux et calcul des charges

Un comptage exhaustif des animaux a été réalisé pendant l'enquête transversale. Une extrapolation a été faite à l'ensemble du canton pour les espèces autres que celles des bovins. Le cheptel des transhumants a été rapporté proportionnellement à leur séjour dans le canton (cinq mois) pour avoir une idée de la charge totale répartie sur l'année.

Analyse statistique

Le logiciel Stata (20) a été utilisé pour les analyses statistiques. Suivant les hypothèses de départ, le test du χ^2 et la régression binomiale négative ont été utilisés. L'unité de bétail tropical (UBT), équivalente à un animal ayant un poids vif de 250 kg, a été utilisée pour comparer les espèces animales et calculer les charges. Les équivalences en UBT pour les bovins, les ovins, les caprins, les équins et les asins ont été basées sur les calculs de Boudet (5). Celles pour les volailles, les canards et les porcs ont été calculées proportionnellement au poids de ces espèces par rapport à une UBT (tableau I).

Tableau I

Equivalences en unités de bétail tropical utilisées pour les différentes espèces animales

Espèces	Equivalent UBT
Bovins	0,73
Chevaux	1
Anes	0,5
Ovins	0,12
Caprins	0,12
Porcins	0,16
Poules	0,004
Canards	0,005

■ RESULTATS

Recensement population, enquêtes et cartographie

La superficie du canton calculée à partir de la carte était de 150 km², parmi lesquels 62 km², soit 41,4 p. 100 de la superficie du canton, représentaient les surfaces réservées aux champs pluviaux autour des cases, 36 km² (23,8 p. 100) les champs de saison sèche et 52 km² (34,8 p. 100) des espaces boisés. Seuls ces derniers espaces étaient utilisés comme pâturages durant toute l'année. Les champs pluviaux n'étaient pas pâturables pendant la saison de pluie et les champs de saison sèche n'étaient pas disponibles pour les animaux durant la période allant de septembre à mars. Pour ce qui est de la population, 1 658 concessions comportant 8 300 personnes ont été recensées, soit un nombre de $5,0 \pm 3,7$ personnes par concession et une densité de 55,3 habitants/km².

Typologie des élevages et possession des animaux dans le canton

Le recensement initial a permis de distinguer, d'une part, des sédentaires, dont certains possédaient des bovins et d'autres non, mais possédaient des petits ruminants, et, d'autre part, des éleveurs transhumants utilisant temporairement l'espace pastoral du canton. En tout 1 442 concessions (87 p. 100) sur les 1 658 du canton élevaient des animaux domestiques. Le pourcentage de ménages possédant une espèce animale est illustré par la figure 2.

Cheptel animal

Sur la base du comptage exhaustif, 2 966 bovins ont été dénombrés dans le canton, dont 2 334 appartenaient aux Sédentaires BV et 632 (21,3 p. 100) aux transhumants. Le tableau II donne la moyenne et l'écart-type du nombre par catégorie d'âge et par sexe.

Le tableau III donne la moyenne et l'écart-type du nombre d'ovins, de caprins, d'équidés (chevaux et ânes), de porcins et de volailles (poules

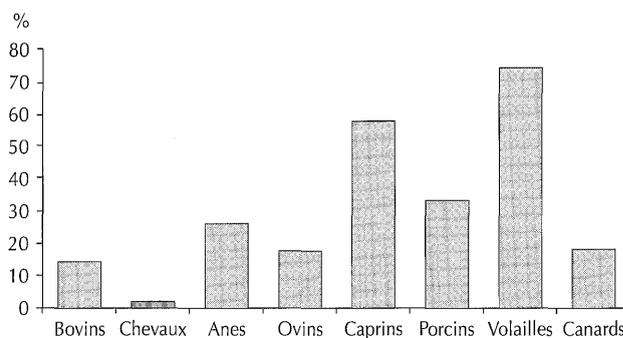


Figure 2 : possession des différentes espèces animales par les concessions du canton.

Tableau II

Moyenne et écart-type du nombre de bovins par sexe et par catégorie d'âge basés sur le recensement exhaustif

	Mâles			Femelles			Total
	0 - 1 an	1 - 5 ans	> 5 ans	0 - 1 an	1 - 5 ans	> 5 ans	
Sédentaires BV ^a	0,8 ± 1,6	1,6 ± 1,7	1,6 ± 3	0,8 ± 1,9	1,4 ± 2,5	2,6 ± 5,3	8,7 ± 12,2
Transhumants	11,3 ± 20	11,3 ± 38,8	7,4 ± 19,3	8,9 ± 19,6	18,8 ± 26,2	15 ± 71,8	72,7 ± 36,2
Nombre total	282	550	477	282	448	927	2 966

^a Sédentaires possédant des bovins

Tableau III

Moyenne et écart-type du nombre d'ovins, de caprins, d'équidés, de porcins et de volailles par concession, basés sur les comptages de l'enquête transversale

	Ovins	Caprins	Chevaux	Anes	Porcs	Poules	Canards
Sédentaires BV ^a	3,4 ± 6,6	7,5 ± 8,7	0,1 ± 0,5	0,7 ± 1,5	2,7 ± 3,7	10,6 ± 10,5	1,9 ± 5,6
Sédentaires PR ^b	0,8 ± 2,3	5,8 ± 4,9	0,01 ± 0,1	0,6 ± 0,9	1,88 ± 3,1	9,4 ± 10,7	1,8 ± 4,6

^a Sédentaires possédant des bovins

^b Sédentaires ne possédant pas de bovins mais ayant au moins des petits ruminants

et canards) par concession obtenus par le comptage lors de l'enquête transversale. En moyenne, les Sédentaires BV possédaient plus d'animaux que les Sédentaires PR. La différence était significative au seuil de 5 p. 100 pour toutes les espèces, sauf pour les canards.

Pour le calcul des charges, une extrapolation a été faite à l'ensemble du canton à partir des chiffres des 574 sédentaires de l'enquête transversale. Les animaux appartenant aux transhumants ont été intégrés proportionnellement à leur temps de séjour dans le canton. Le tableau IV donne une approximation du cheptel en UBT, ainsi que la charge au kilomètre carré. Sur base de cette approximation, la charge totale du canton, toutes espèces confondues, était de 23,6 UBT/km². Chacune des 1 442 concessions du canton possédait donc en moyenne 2,47 UBT. Si l'on considère les 574 concessions d'éleveurs sédentaires de l'échantillon, la majorité (57 p. 100) possédait moins de 2,5 UBT (tableau V).

Conduite des élevages bovins par les paysans sédentaires

Animaux conduits par un berger

La conduite par des bergers a concerné 67,6 p. 100 des troupeaux bovins, représentant 87 p. 100 du cheptel du canton. Les troupeaux conduits par les bergers comptaient en moyenne 14 ± 20 animaux, avec des extrêmes (un et 78 animaux). Ces animaux étaient regroupés suivant les affinités des propriétaires (voisinage, lien de parenté, amitié) et conduits par un berger commun. Seuls les gros propriétaires possédaient leur propre berger. Dans les autres cas (32,4 p. 100 des troupeaux et 13 p. 100 du cheptel), le paysan gardait le plus souvent ses animaux dans la concession ou les faisait surveiller par les enfants au retour de l'école. Ces troupeaux comptaient en moyenne 4,5 ± 6,0 bovins.

Conduite alimentaire

■ Utilisation et choix des pâturages

Le pâturage était considéré par les paysans du canton comme la principale ressource alimentaire des animaux. Seuls huit chefs de concession (1,3 p. 100) ont dit ne pas l'utiliser. C'étaient des éleveurs qui pratiquaient l'embouche. Pendant toute la saison sèche, les animaux étaient peu contrôlés. La divagation était très pratiquée.

Parmi les paysans, 79 p. 100 ont dit choisir eux-mêmes la zone de pâturage utilisée. Seulement 11 p. 100 d'entre eux ont affirmé que c'était le chef de canton qui décidait pour eux du choix des pâturages. Le chef de canton interrogé à ce sujet a affirmé n'intervenir en général que pour éviter les rapports litigieux.

Parmi les Sédentaires BV, 73,3 p. 100 ont estimé bien connaître les pâturages, contre 52,6 p. 100 pour les Sédentaires PR. Cette différence était significative ($p < 0,001$). Parmi les Sédentaires BV, 93,5 p. 100 choisissaient le pâturage en fonction de la disponibilité quantitative des fourrages, alors que 21,8 p. 100 des Sédentaires PR ont déclaré plutôt choisir en fonction de sa qualité. En outre, 29,4 p. 100 des Sédentaires BV et 12,2 p. 100 des Sédentaires PR ont déclaré que la présence de l'eau orientait leur choix du pâturage. Enfin, 10 p. 100 des Sédentaires BV et 4 p. 100 des Sédentaires PR ont estimé être influencé par la proximité du pâturage par rapport à leur domicile.

■ Utilisation et protection de fourrages ligneux

L'utilisation des fourrages ligneux pour l'alimentation des animaux a concerné 89,7 p. 100 des Sédentaires PR et 64,1 p. 100 des Sédentaires BV, et 30,5 p. 100 des Sédentaires BV et 46,2 p. 100 des Sédentaires PR ont affirmé protéger les ligneux. On observe ces derniers dans les concessions ou sur les champs autour des cases, principalement *Faidherbia albida*.

■ Aptitude à la fenaison

Parmi les paysans, 82,9 p. 100 des Sédentaires BV et 62,2 p. 100 des Sédentaires PR ont estimé être techniquement capables de faire du foin. Les paysans ayant un petit cheptel se sont dits moins aptes à le faire que les autres (tableau VI).

■ Utilisation des sous-produits de récolte

Tous les paysans interviewés (à l'exception de deux) ont dit utiliser les résidus et sous-produits issus des champs, et 62,6 p. 100 des Sédentaires BV et 67,3 p. 100 des Sédentaires PR ont trouvé que les pailles étaient en quantités suffisantes pour leurs animaux. Il y avait une différence significative entre les paysans qui estimaient être autosuffisants (65,3 p. 100) et ceux qui estimaient ne pas l'être ($p = 0,01$). La perception des chefs de concession du degré d'autosuffisance en sous-produits de récolte dépendait significativement de la taille du cheptel exprimée en UBT ($p = 0,02$). Globalement, ceux qui avaient un cheptel de moins de 5,5 UBT estimaient que les sous-produits de récoltes étaient suffisants pour leurs animaux (68,2 p. 100).

■ Utilisation des sous-produits agro-industriels

Des Sédentaires BV, 95,8 p. 100 ont déclaré utiliser les sous-produits agro-industriels contre 53,5 p. 100 des Sédentaires PR. Cette utilisation a varié également en fonction de la taille du cheptel. Ainsi, 90,5 p. 100 des paysans ayant plus de 4,71 UBT utilisaient le tourteau de coton.

Tableau IV
Cheptel du canton par espèce

	Bovins	Ovins	Caprins	Chevaux	Anes	Porcs	Poules	Canards	Total
Chep. Séd. ^a	2 334	1 468	6 216	28	607	2 067	9 654	1 802	
Chep. Trans. ^b	273	10	5	0,4	2	0	12	0	
Total canton	2 607	1 478	6 221	28,4	609	2 067	9 666	1 802	
UBT ^c total	1 903	177,4	746,5	28,4	305	331	39	9	3 539,3
UBT/km ²	12,7	1,2	5	0,2	2	2,2	0,3	0,1	23,6

^a Cheptel des sédentaires calculé par comptage exhaustif (bovins) ou extrapolation de l'enquête verticale (autres espèces)

^b Cheptel des transhumants calculé sur la base d'un séjour de 5 mois dans le canton et réparti sur l'année

^c Unités de bétail tropical

Tableau V

Répartition des concessions des éleveurs sédentaires en fonction de la taille de leur cheptel animal (en UBT)

Classe	Nombre	%	Equivalent UBT ^a
1	327	57	0,02–2,5
2	126	22	2,5–5,5
3	121	21	5,5–69,8
Total	574	100	

^a Unités de bétail tropical

Tableau VI

Chefs de concession sédentaires (%) disant être aptes à la fenaison en fonction de la taille de leur cheptel (en UBT)

Classe	UBT ^a	Nombre	%
1	0–2,5	327	63,3
2	2,5–5,5	126	77
3	5,5–69,5	121	85,1
Total		574	

^a Unités de bétail tropical

DISCUSSION

Recensement population et cartographie

Les chiffres que l'on trouve dans les rapports des services publics font état d'une population de 12 500 habitants et d'une superficie de 250 km² pour le canton (6). Les écarts très importants observés par rapport aux chiffres de l'enquête sont la conséquence des méthodes d'estimation utilisées. En effet, dans ces rapports, la population était estimée sur la base d'une extrapolation à partir du recensement officiel de 1987 utilisant un taux de croissance moyen de 2,9 p. 100. L'écart par rapport aux chiffres du présent recensement pourrait s'expliquer par un taux de naissance inférieur à Boboyo ou un taux d'émigration supérieur. Ceci est conforté par le nombre de personnes recensées par concession qui est également faible comparé au reste de la province. Quant à la superficie de 250 km², elle est le résultat d'un calcul sommaire assimilant le canton à un rectangle de 25 km de long (sa longueur nord-sud) sur 10 km de large (sa largeur est-ouest). La méthode associant les données géographiques, recensement rapide des concessions et enquête transversale, appliquée ici, donnerait donc une image beaucoup plus réaliste, même si les densités de la population dans les deux cas sont proches.

Dénombrement du cheptel animal

Le comptage exhaustif (cas des bovins dans la présente étude) et l'extrapolation à partir de l'échantillon (cas des autres espèces) donnent une idée assez précise de l'importance du cheptel du canton. Le canton de Boboyo correspond à un système de type sédentaire où des populations de cultivateurs reçoivent dans leur village des transhumants ponctuellement dans l'année. Ces paysans sédentaires s'apparentent, suivant la typologie faite par Awa et al. (1), aux « jeunes agroéleveurs scolarisés ou peu scolarisés, dont l'âge est d'environ 40 ans et qui possèdent entre 4 et 8 bovins, cultivent

2,5 à 4 ha de champs ». Ce système est représentatif de la zone incluant les arrondissements de Kaélé dans le Mayo Kani, de Guider et Mayo Oulo dans le Mayo Louti.

En ce qui concerne la charge en animaux, Njoya et al. (15) ont estimé pour toute la province de l'Extrême-Nord et pour la période 1989-94, une charge de 28,5 UBT/km², ce qui correspond à peu près au calcul fait ici pour le canton de Boboyo. Calculé à partir des données sur les ruminants du Minepia (12) et de la superficie de 32 000 km² pour la province de l'Extrême-Nord, le taux de charge serait de 58,4 UBT/km², soit à peu près le double. Ceci pourrait être la conséquence d'une exagération du nombre d'animaux ou de très fortes concentrations ailleurs dans la province. Ces fortes concentrations étant improbables, la première explication semble donc la plus plausible. En effet, les données officielles sur le cheptel sont souvent estimées sur la base d'une extrapolation à partir d'un recensement antérieur, plus ou moins éloigné, ou parfois estimées à la hausse au niveau de la province dans le but stratégique de justifier des financements de projets.

La méthode appliquée au canton de Boboyo pourrait donc servir d'approche pour un dénombrement relativement précis dans les zones d'élevage sur la base de cantons types, similaires à celui de Boboyo et représentatifs de la zone. Le coût relativement moindre par rapport au comptage purement aérien est un atout certain. La méthode est plus efficace que le dénombrement des bovins lors des campagnes de vaccination (actuellement encore, péripneumonie contagieuse bovine, charbon bactérien et charbon symptomatique) dont les résultats ne permettent pas une extrapolation précise, compte tenu de l'absence de certaines classes d'âges. Pour les petites espèces, l'atout est encore plus grand et d'autant plus d'actualité que le Cameroun met en place son système d'épidémiosurveillance dans le cadre du Programme panafricain de contrôle des épizooties (Pace).

Possession des animaux

Comparés aux ratios présentés par Seignobos (19), le cheptel ne semble pas avoir évolué dans le canton depuis 20 ans. En effet, selon cet auteur, le canton comptait, en 1980, entre 10 à 25 bovins pour 100 habitants pour une charge théorique estimée entre 5 et 10 têtes/km². La charge théorique pour les petits ruminants était estimée entre 10 et 25 animaux/km². Aucun suivi statistique n'ayant été réalisé dans la province depuis cette période, les résultats de la présente enquête donnent une image assez fiable de la situation actuelle. Les causes de cette stagnation pourraient être la conséquence d'un maintien d'un statu quo par les éleveurs conscients des limites des ressources naturelles et/ou d'une recherche de la qualité plutôt que du nombre. Pour Awa et al. (1) ce type d'élevage évolue en zone semi-aride vers de nouveaux systèmes intégrant agriculture et élevage, la réduction du nombre de troupeaux n'étant pas synonyme de réduction des effectifs des animaux. De grandes pertes dues à des mortalités ne semblaient pas non plus avoir eu lieu durant ces périodes. La charge en bétail du canton pouvait éventuellement expliquer l'attraction des transhumants trouvant dans le canton encore suffisamment de pâturages libres, mais un facteur d'attraction important était incontestablement la présence de mares permanentes pour l'abreuvement de leurs animaux. Ces transhumants, bien que peu nombreux à avoir utilisé le canton pour la pâture en 2002, possédaient significativement plus de bétail que les paysans sédentaires. Ceci doit être pris en compte dans une stratégie de gestion du pâturage.

La prédominance des caprins dans le canton par rapport aux ovins peut s'expliquer par leur rusticité et leur adaptation aux zones semi-arides. Le fait que, dans l'Extrême-Nord Cameroun, on observe une plus grande possession de caprins parmi les paysans non musulmans (21) pouvait être une autre explication, car le canton de Boboyo était en majorité habité par des non musulmans. La présente enquête

ayant été réalisée trois mois avant la fête du mouton (ou Tabaski), elle reflétait bien les proportions normales. En effet, une chute du nombre d'ovins est souvent observée après la fête du mouton (21).

Le nombre supérieur de petits ruminants chez les Sédentaires BV pouvait s'expliquer par un niveau supérieur de richesse de ce groupe, la capitalisation des ressources se faisant essentiellement à travers la possession des petits ruminants convertis plus tard, en partie, en bovins (3). Il est également important de noter la possession des ânes qui, en plus des bovins et des chevaux, sont utilisés dans le labour et le transport. Cette forte présence des animaux de trait dans le canton traduit la vocation agropastoraliste des paysans du canton (22) et confirme les nouvelles orientations des systèmes d'élevage dans les zones semi-arides d'Afrique centrale (1).

Conduite des élevages bovins

Le mode de regroupement des troupeaux observé dans le canton était comparable à celui décrit par Lhoste et al. (10) en Casamance au Sénégal. Le fait qu'à Boboyo deux tiers des paysans confiaient leurs bovins à des bergers doit inciter à intégrer ces derniers dans toute réflexion et initiative d'amélioration du système de production.

La productivité du troupeau apparaît comme tributaire du pâturage naturel. Ces pâturages produisent trois à quatre tonnes de matière sèche par hectare dans les zones où la pluviométrie est inférieure à 1 000 mm (1). L'implication relativement limitée du chef de canton dans le choix du pâturage à Boboyo est à rapprocher de la description faite par Lhoste et al. (10) où dans son « conseil » le chef définit une zone de culture dont l'accès est interdit au bétail et une zone de pâturage.

En fin de saison sèche, les ligneux prennent de l'importance et motivent le déplacement des animaux (17). Il est d'ailleurs acquis qu'en cette période, les fruits, les gousses et les fleurs contribuent raisonnablement à l'alimentation des ruminants (14). La présence effective d'espèces ligneuses fourragères dans les champs du canton confirme les actions de protection signalées par les éleveurs. L'origine de ces actions peut être trouvée dans une campagne de sensibilisation des producteurs de coton organisée, par le passé, pour faire planter *Faidherbia* dans les champs. Une prime d'encouragement était octroyée en fonction du nombre de plants existant dans leurs champs (8).

Faidherbia albida illustre d'ailleurs la double fonction de conservation des sols et de satisfaction des besoins d'affouragement des animaux en saison sèche (2, 8). Seignobos, cité par Harmand et al. (8), affirme que le parc à *F. albida* caractérise un agrosystème avec présence de bétail, un terroir stabilisé avec une forte densité et une culture continue. D'autres espèces pourraient avoir la même faveur. *Leucaena leucocephala*, dont les jeunes pousses résistent mieux que celles de *Faidherbia albida* et qui peut se multiplier naturellement, pourrait être introduite.

Les paysans ont dit utiliser largement les sous-produits de récolte et plus des deux tiers de ceux qui avaient un cheptel inférieur à 5,5 UBT ont estimé que les sous-produits issus de leurs champs étaient suffisants pour leurs animaux. A partir des rendements moyens de céréales (maïs et sorgho) par concession (3), on peut estimer à 1 600 kg les sous-produits agricoles disponibles pour les animaux. Cette quantité représente à elle seule 29 p. 100 du besoin annuel du cheptel moyen d'une concession (2,47 UBT).

Ceci a confirmé le fait que les paysans ayant un faible cheptel pouvaient actuellement couvrir les besoins de leurs animaux en saison sèche. Pour les autres, le tourteau de coton venait compléter ce potentiel alimentaire existant dans le village. Le problème alimentaire était donc bien davantage le fait des paysans sédentaires ayant des troupeaux importants (cheptel supérieur à 5,5 UBT). En effet, non seulement ceux-ci achetaient tous du tourteau mais ils affirmaient qu'ils

étaient disposés à faire du foin pour leurs animaux. En général, les résidus de récolte et les sous-produits agro-industriels ont joué un rôle important dans l'alimentation, ce qui impliquait pour les paysans de mettre en place de nouvelles stratégies de gestion du cheptel et une amélioration de l'utilisation des résidus de récolte (1). Le niveau de concentration du cheptel dans le canton ne semblait pas encore dans une situation critique. Dans d'autres écosystèmes, comme dans le cas du Sud Mali décrit par Bosma et al. (4), il est montré qu'il contribue à l'équilibre physico-chimique des sols et à leur fertilité. Surtout, Oba et al. (16) insistent sur le rôle des petits ruminants dans les zones arides. Ceux-ci stabilisent ces écosystèmes par le contrôle de l'enherbement et de l'embroussaillage, par la réduction des risques de feux et la dissémination des graines. Il est donc vital, afin d'assurer une gestion durable des ressources naturelles, de suivre la contribution de la production pastorale dans ce processus. L'exemple du canton de Boboyo, de par la connaissance approfondie du système en place et la possibilité de dupliquer la méthodologie d'analyse des données, peut en ce sens jouer un rôle utilitaire.

■ CONCLUSION

La méthode de dénombrement basée sur les données spatiales et le comptage des animaux dans les concessions lors d'une enquête transversale pourrait représenter une méthode alternative pour obtenir des données objectives sur les systèmes agropastoraux. Lié à ce dénombrement, un entretien avec les chefs de concession permet d'obtenir, en outre, des renseignements sur les particularités de la conduite du troupeau.

Dans le canton de Boboyo, la charge en bétail a été estimée à 23,6 UBT/km², ce qui est compatible avec une bonne conservation des pâturages. Une trop grande migration, même temporaire, d'éleveurs transhumants, pourrait donc représenter une pression excessive sur les ressources naturelles du canton. L'étude confirme l'importance de l'élevage dans les systèmes de production agricole de la zone. Les ressources fourragères semblent suffire au cheptel. Tout en encourageant l'intégration agriculture élevage, il faut rester vigilant et adapter toute amélioration de la productivité animale aux données intégrant les aspects environnementaux. Pour affiner l'approche des systèmes de production animale au Cameroun et mettre en place le réseau d'épidémiologie, il serait opportun d'appliquer cette méthode à d'autres systèmes.

Remerciements

Les auteurs remercient Vétérinaires sans frontières Belgique et la Direction générale à la coopération belge pour leur soutien financier ayant permis la réalisation de cette étude. Leur reconnaissance s'exprime également à MM. F. Tarla et E. Fotsing du Centre d'étude pour l'environnement et le développement du Cameroun, pour leur contribution scientifique, au Prof. D. Berkvens de l'Institut de médecine tropicale d'Anvers pour son appui en statistique et au Prof. A.P. Zoli de la faculté des Sciences agricoles de Dschang pour sa contribution.

BIBLIOGRAPHIE

1. AWA D.N., NJOYA A., MOPATE Y.L., NDOMADJI J.A., AWA A.A., NGO TAMA A.C., DJOUMESSI M., LOKO B., BECHIR A.B., DELAFOSSE A., MAHO B., 2004. Contraintes, opportunités et évolution des systèmes d'élevage en zone semi-aride des savanes d'Afrique centrale. *Cah. Agric.*, **13** : 1-10.
2. BAYER W., BAYER W.A., 1999. La gestion des fourrages. Wageningen, Pays-Bas / Eschborn, Allemagne, CTA / GTZ, 256 p.
3. BELLO N., YAUBA A., 1999. Résultats de l'enquête agricole permanente. Annuaire statistique. Garoua, Cameroun, Cse-Sdcc, 58 p.

4. BOSMA R.H., BOS M., KANTE S., KEBE D., QUAK W., 1999. The promising impact of ley introduction and herd expansion on soil organic matter content in Southern Mali. *Agri. Syst.*, **62**: 1-15.
5. BOUDET G., 1987. Connaissance et gestion de l'espace pastoral sahélien. In : Audru J., Boudet G., Cesar J., Dulieu D., Gaston A., Mandret G., Merlin P., Rippstein G., Roberge G., Toutain B. Eds, Terroirs pastoraux et agropastoraux en zone tropicale. Gestion, aménagement et intensification fourragère. Maisons-Alfort, France, Iemvt, p. 32-43.
6. DNSC, 2001. Cameroon statistical yearbook 2000. Yaounde, Cameroon, MINEFI, 421 p.
7. ESSANG T., 2001. Diagnostic de la filière bovine sur pieds au Nord-Cameroun. Garoua, Cameroun, Irad, 46 p.
8. HARMAND J.M., HJITI F.C., NTOUPKA M., 1997. Gestion de l'arbre et des formations naturelles en zone soudanienne. In : Seiny B.L., Poulain J.F., Faure G. Eds, Actes de l'atelier Agricultures des savanes du Nord-Cameroun : vers un développement solidaire des savanes d'Afrique centrale, Garoua, Cameroun, 25-29 nov. 1996. Montpellier, France, Cirad, p. 71-87.
9. KURT J.P., 1999. Elevage et sécurité alimentaire - quelles conséquences pour l'environnement ? *Agric. dév. durable*, **6** : 41-46.
10. LHOSTE P., DOLLE V., ROUSSEAU J., SOLTNER D., 1993. Zootechnie des régions chaudes : les systèmes d'élevage. Paris, France, ministère de la Coopération, 288 p.
11. MICHEL J.F., 2000. Les dénombrements d'animaux domestiques, une revue. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **53** : 55-66.
12. MINEPIA, 2003. Productions animales au Cameroun. <http://www.minepia.gov.cm>
13. MINPAT, 2002. Déclaration de la politique nationale de population. Yaoundé, Cameroun, Minpat, 23 p.
14. NGWA A.T., PONE D.K., MAFENI J.M., 2000. Feed selection and dietary preferences of forage by small ruminants grazing natural pastures in the Sahelian zone of Cameroon. *Anim. Feed Sci. Tech.*, **88**: 253-266.
15. NJOYA A., BOUCHEL D., NGO TAMA A.C., MOUSSA C., MARTRENCHAR A., LETENNEUR L., 1997. Système d'élevage et productivité des bovins en milieu paysan. In : Seiny B.L., Poulain J.F., Faure G. Eds, Actes de l'atelier Agricultures des savanes du Nord-Cameroun : vers un développement solidaire des savanes d'Afrique centrale, Garoua, Cameroun, 25-29 nov. 1996. Montpellier, France, Cirad, p. 109-121.
16. OBGA G., POST E., STENSECHTH N.C., LUSIGI W.J., 2000. The role of ruminants in arid zone environments: A review of research perspectives. *Ann. arid Zone*, **39**: 305-332.
17. REISS D., PICARD J., DJOUMESSI M., MOUSSA C., KENIKOU C., ONANA J., 1997. Trois situations d'usage des ressources pastorales en zone soudano-sahélienne. In : Seiny B.L., Poulain J.F., Faure G. Eds, Actes de l'atelier Agricultures des savanes du Nord-Cameroun : vers un développement solidaire des savanes d'Afrique centrale, Garoua, Cameroun, 25-29 nov. 1996. Montpellier, France, Cirad, p. 211-225.
18. SCHLECHT E., HULSEBUSH C., MAHLER F., BECKER K., 2004. The use of differentially corrected global positioning system to monitor activities of cattle at pasture. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **85**: 185-202.
19. SEIGNOBOS C., 1998. Le pays Moundang, du progrès au développement durable. Garoua, Cameroun, Sodecoton / Orstom, 121 p.
20. STATA CORP, 2001. Stata statistical software, release 7.0. College Station, TX, USA, Stata Corp.
21. THYS E., NJOBDI O., AHMADOU N., DAVAI W., OUMAROU J., DJIBRILLA S., WOUYIE D., 1988. Observations sur la commercialisation des ovins dans le département du Diamaré (province de l'Extrême-Nord Cameroun). Maroua, Cameroun, Dpepiaen-Cnfzv, 20 p.
22. ZIEBE R., DE DEKEN R., TARLA F.N., THYS E., 2004. Utilisation de la traction bovine et asine par les paysans sédentaires du canton de Boboyo (Extrême-Nord Cameroun) possédant des ruminants. *Draught Anim. News*, **22**: 21-28.

Reçu le 14.09.2004, accepté le 13.01.2006

Summary

Ziébé R., Thys E., De Deken R. Analysis of Livestock Production Systems at the Subdistrict Level. Case of Boboyo in Far-North Cameroon

The authors applied a method to obtain reliable data on herd size and production techniques to be used as objectively verifiable indicators at the start of development projects. This method combined spatial data with a retrospective single visit survey. The study also allowed refinement of the data on human populations and analysis of carrying capacity. In an area of 150 km² the subdistrict thus comprised 8300 inhabitants distributed in 1658 compounds, of which 87% harbored animals. The carrying capacity was 23.6 TLU/km². There were on average 2.47 TLUs per compound. Sedentary farmers kept 2334 cattle, but this cattle density greatly increased temporarily every year when the transhumant herds were attracted by the grassland of the subdistrict. The other species mostly represented in the compounds of sedentary farmers were goats, poultry and pigs. The livestock numbers did not seem to have changed over these last years. The shortage of reliable data on animal production systems in this livestock area of Cameroon could be mitigated by applying the present method on a number of subdistricts typifying the various production systems.

Keywords: Animal husbandry – Farmer – Transhumance – Feed resource – Data collection – Method – Population density – Cameroon.

Resumen

Ziébé R., Thys E., De Deken R. Análisis de los sistemas de producción animal a escala de un cantón: caso de Boboyo en el Extremo Norte Camerún

Los autores aplicaron un método que permitió la colecta de datos fiables sobre los efectivos animales y sobre las técnicas de producción, que pueden servir como indicadores objetivamente verificables al inicio de proyectos de desarrollo. Este método se basó en la utilización de datos espaciales combinados con una encuesta transversal retrospectiva. El estudio permitió igualmente de afinar los datos sobre las poblaciones humanas y analizar la carga animal. El cantón contó, en una superficie de 150 km², con 8300 habitantes distribuidos en 1658 concesiones, 87% de las cuáles poseían animales. La carga total de ganado fue de 23,6 UBT/km². Cada concesión contó en promedio con 2,47 UBT. Los campesinos sedentarios poseían 2334 bovinos, pero el hato de los nómadas, atraídos anualmente por los pastos del cantón, aumentaron temporalmente el hato de forma importante. Los caprinos, las aves y los suinos fueron las otras especies más representadas en las concesiones de criadores sedentarios. El hato no pareció haber evolucionado estos últimos años. La insuficiencia de los datos fiables sobre los sistemas de producción animal en esta región de cría de Camerún podría ser paliada mediante la aplicación del método propuesto en los cantones representativos de la variedad de sistemas.

Palabras clave: Ganadería – Agricultor – Trashumancia – Recurso de pienso – Colección de datos – Método – Densidad de la población – Camerún.



Appel à communications 3R 2006

13^{es} Rencontres Recherches Ruminants

6 et 7 décembre 2006

Paris, Centre des congrès de la Villette, Cité des sciences et de l'industrie

Les ingénieurs et chercheurs francophones sont invités à présenter les résultats de leurs travaux de recherches à ces rencontres. Le comité d'organisation élaborera un programme prévisionnel sur la base des propositions reçues **avant le 31 mars 2006**, en privilégiant pour cette année les communications traitant des sujets suivants :

- *automatismes en élevage (robots, identification, distribution des aliments, bâtiments, travail)*
- *évolution de l'élevage en Europe*
- *gestion de la variabilité génétique*
- *la traçabilité et ses outils*
- *zoonoses*

Les propositions peuvent également se rapporter aux thèmes généraux suivants :

alimentation - économie - environnement - équipement et logement - génétique - qualité des produits - reproduction - santé - sécurité des aliments - systèmes d'élevage

Le programme définitif est établi en octobre, après lecture scientifique et acceptation du contenu des communications écrites.

Pour soumettre votre proposition, vous pouvez :

- soit remplir la fiche disponible sous forme d'un fichier Word téléchargeable depuis le site Web des 3R et la retourner au secrétariat 3R de préférence par courrier électronique
 - soit remplir le formulaire en ligne sur le site Web des 3R.
-

Site Web : [http:// www.acta.asso.fr/3R/congres.html](http://www.acta.asso.fr/3R/congres.html)

Dans la mesure du possible, la correspondance
avec le secrétariat 3R se fera par courriel :

3R@inst-elevage.asso.fr

Secrétariat des 3R :

Institut de l'élevage - 149 rue de Bercy - 75595 Paris Cedex 12

Tél. : +33 (0)1 40 04 51 75 ou 06 08 27 67 95

Fax : +33 (0)1 40 04 52 80

Organisation du travail dans des élevages familiaux lait et viande sur un front pionnier amazonien au Brésil. Etude à partir de sept enquêtes « bilan travail »

N. Hostiou^{1*} J.F. Tourrand² J.B. Veiga²

Mots-clés

Bovin de boucherie – Bovin laitier – Organisation du travail – Conduite du bétail – Amazonie – Brésil.

Résumé

Cette étude privilégie un regard nouveau sur les élevages laitiers familiaux en frontière agricole au Brésil : l'organisation technique du travail. Le travail apparaît être un facteur essentiel des conduites d'élevage et une contrainte aux transformations durables des exploitations. Cependant très peu de connaissances ont été produites jusqu'à ce jour. Pour rendre compte de l'organisation du travail sur une année, les temps de travaux ont été quantifiés et les collectifs de travail décrits dans sept fermes « lait-viande », à partir de la méthode « bilan travail ». Les mêmes activités d'astreinte avec le troupeau laitier ont été réalisées dans tous les élevages avec des variances quant aux volumes horaires : 1 h 45 à 6 h 30 par jour et par personne de la cellule de base. Les différences entre les fermes ont été liées à la composition de la cellule de base, à l'effectif de vaches traites et au mode de commercialisation du lait. Sur l'année, 17 à 328 journées ont été dédiées aux activités de saison, dont 17 à 176 jours sur les prairies cultivées. Une partie des activités sur les prairies (sarclage, implantation, clôtures) ont été déléguée à de l'aide familiale ou à des salariés temporaires. Trois stratégies d'éleveurs face au travail ont été identifiées, reposant sur la simplification des conduites ou l'organisation des collectifs de travail. L'étude conclut que le travail est un facteur à prendre en compte pour appuyer la transformation des pratiques des éleveurs et la durabilité des élevages familiaux amazoniens. Les futures actions de recherche-développement en Amazonie permettront de produire des connaissances pour identifier les voies d'amélioration possibles.

■ INTRODUCTION

En frontière agricole amazonienne, l'élevage bovin tient une place croissante dans les systèmes de production familiaux (8). Depuis ces dernières années, une activité laitière commerciale se met en place dans ces fermes (14). Considérée comme un facteur de consolidation des exploitations familiales pour des raisons économiques, sociales et organisationnelles (15), elle fait l'objet d'actions de recherche-développement pour appuyer les transformations

durables de ces élevages. Les troupeaux, pour la production de lait et de veaux, sont conduits toute l'année au pâturage avec des chargements de moins de 1 UA¹ par hectare par an (17). Les systèmes d'élevage se caractérisent par de faibles niveaux d'équipements, de mécanisation et d'intrants (2). Ils sont peu productifs (4 à 5 litres de lait/vache/jour), grands consommateurs d'espace, et les prairies sont soumises à des processus d'envahissement par la flore adventice (19). Plusieurs facteurs explicatifs sont mis en avant : des fonctions de l'élevage autres que productives (accumulation, spéculation foncière), le peu d'expérience des éleveurs, leurs faibles capacités monétaires, un appui technique peu structuré (8, 13).

Des études mettent en avant une autre contrainte à la transformation et à l'intensification des élevages amazoniens : le travail (9, 17). En effet, les collectifs de travail reposent essentiellement sur

1. Inra, UMR Métafort, Equipe TSE
63122 Saint Genès Champanelle, France

2. Convênio Embrapa-Cirad, Tv Enéas Pinheiro s/n, CEP 66095-100, Belém-PA, Brésil

* Auteur pour la correspondance

Tél. : +33 (0)4 73 62 46 41 ; fax : +33 (0)4 73 62 46 45

E-mail : nhostiou@clermont.inra.fr

¹ Unité animale (correspond à une vache de 450 kg de poids vif)

la main-d'œuvre familiale avec peu de salariat (16, 18) et avec des compositions différentes entre les fermes : le collectif de travail peut être composé du seul chef d'exploitation ou de plusieurs groupes familiaux résidant sur la ferme (1). Dans bien des cas, la force de travail n'est pas jugée suffisante pour mener à bien les tâches dans ces systèmes herbagers, car les charges en travail s'avèrent lourdes, difficiles à gérer et exigeantes en main-d'œuvre (16). L'emploi d'ouvriers est limité par les faibles capacités monétaires des familles (19). De nombreuses activités sont réalisées manuellement (traite, coupe de la végétation adventice dans les prairies, implantation de prairies). En outre, les élevages sont marqués par l'agrandissement des structures (surface herbagère et troupeau bovin) augmentant les charges en travail au fil des années (8). La non-correspondance entre la force de travail disponible et les activités d'élevage à réaliser induirait les processus d'envahissement des prairies ou encore l'arrêt de la production laitière observé dans certaines fermes (11).

De ce fait, l'organisation du travail constituerait un frein aux processus d'intensification des élevages et au développement durable de la production laitière. Cependant le travail n'est quasiment pas abordé dans la littérature scientifique dans le cas des élevages amazoniens et aucune étude privilégiant une approche technique n'a jusqu'à présent été menée sur ce thème. Les données disponibles restent d'ordre général et se réfèrent au nombre de travailleurs et à la composition de la force de travail (répartition entre la main-d'œuvre familiale, temporaire et permanente) (19).

L'objectif de cette étude a été de contribuer à mieux connaître l'organisation du travail dans des fermes « lait-viande » en termes de temps, de volumes d'activités et de stratégies d'éleveurs, à partir d'une analyse de sept exploitations lait-viande sur le front pionnier de la route Transamazonienne. Il s'agit de mettre en évidence que le travail est une composante essentielle à prendre à compte par les acteurs de la recherche-développement.

■ MATERIEL ET METHODES

Zone d'étude

L'étude a été réalisée auprès d'éleveurs de bovins lait-viande de la commune d'Uruará sur le front pionnier de la Transamazonienne dans l'Etat du Pará au Brésil, de 2000 à 2003, lors d'un travail de doctorat (11) (figure 1). Cette région a fait l'objet d'un plan de colonisation agricole dans les années 1970 suite à l'ouverture de la route. Les exploitations agricoles se mettent en place le long de la Transamazonienne et des chemins vicinaux perpendiculaires à cet axe principal. Actuellement, la population est estimée à près de 45 000 habitants dont 70 p. 100 établis en milieu rural (12). Avec près de 3 000 familles paysannes et 70 p. 100 des fermes de moins de 150 ha, l'agriculture est essentiellement le fait de petits propriétaires ruraux (20).

Méthode « bilan travail »

Des informations ont été collectées sur l'organisation du travail lors d'un suivi annuel des pratiques de conduite du troupeau et d'utilisation des prairies auprès de sept éleveurs (11). Les sept fermes ont été sélectionnées à partir des résultats d'une typologie sur les structures de production de façon à couvrir les principaux groupes identifiés (tableau I). Du fait de la taille de l'échantillon, les résultats n'ont pas vocation à être généralisés, l'approche privilégiant la compréhension des réalités de terrain.

Les données recueillies portaient sur l'organisation de la main-d'œuvre (par qui sont réalisées les activités) et sur les temps consacrés aux différentes tâches (lait, troupeau, prairies). La méthode du

bilan travail (5) a été utilisée pour l'analyse. Elle a été développée par l'Inra et l'Institut de l'élevage pour répondre à une préoccupation croissante sur l'organisation et les conditions de travail dans des élevages français : elle a pour objectif d'intégrer la dimension travail dans l'analyse du fonctionnement des systèmes d'élevage (6), et vise à quantifier le travail relatif à la conduite du troupeau et des surfaces sur une campagne annuelle (7). Elle repose sur plusieurs principes.

Tous les travailleurs ne sont pas équivalents, et sont distinguées (5) :

- la cellule de base, composée des travailleurs permanents pour lesquels l'activité d'élevage est prépondérante en temps comme en revenu ;
- la main-d'œuvre hors cellule de base regroupant les bénévoles, l'entraide et l'intervention de salariés temporaires.

Les diverses tâches sont différenciées selon leur rythme de réalisation :

- le travail d'astreinte s'effectue quotidiennement, et il est difficile à concentrer et surtout à différer. Pour l'élevage, il correspond aux soins journaliers apportés aux animaux (surveillance, alimentation, assistance des mises bas, etc.). Il est quantifié en heures par jour ;

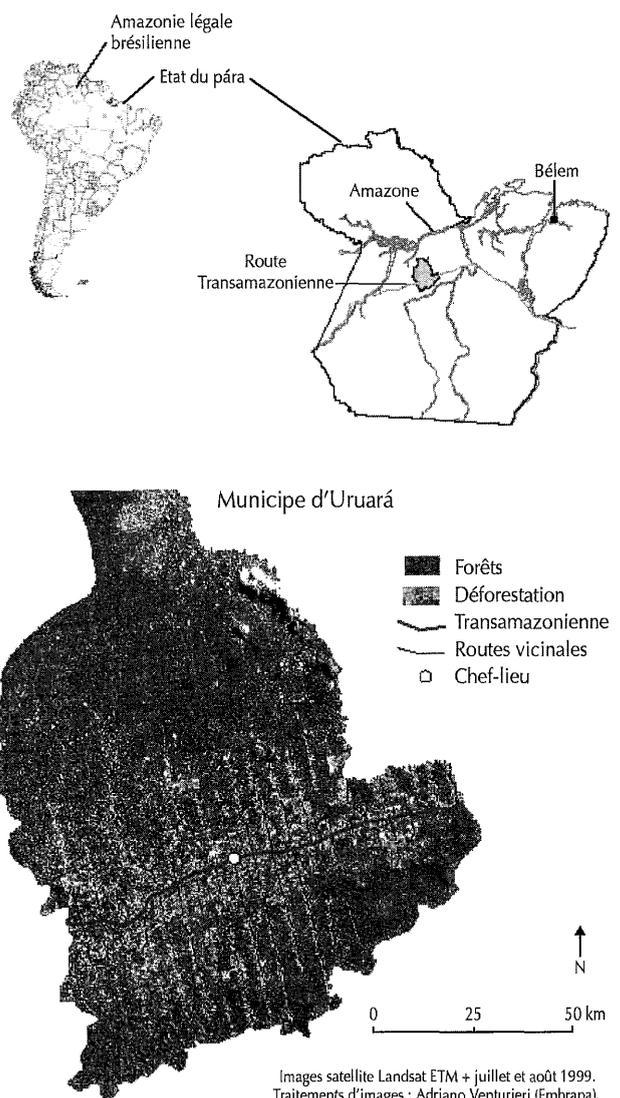


Figure 1 : localisation du municipio d'Uruará.

Tableau I

Principales caractéristiques des sept exploitations lait et viande

Ferme	Type de systèmes de production	Surface totale (ha)	Surface en herbe (ha)	Effectif bovin	Effectif vaches pour le lait	Production lait (l/an)
Boa	Mixte lait-veaux	100	53	31	11	5 300
Cus		100	70	80	33	15 500
Dav		105	75	120	45	21 800
Dar	Intensif lait	20	16	38	17	17 200
Dan	Diversifié élevage/culture	100	32	47	13	6 000
Don		100	90	74	14	8 800
Iri	Mixte lait-veaux + engraissement	100	80	157	70	51 700

– le travail de saison réunit les tâches plus faciles à différer ou à concentrer, qu'il s'agisse des cultures, des fourrages ou des troupeaux (manipulations périodiques par exemple). Il est quantifié en nombre de jours par an.

Le temps disponible calculé représente le temps qui reste à la cellule de base pour réaliser les activités non quantifiées, autrement dit sa marge de manœuvre. Il est exprimé en heures par an et est utilisé comme un élément de diagnostic. Il est calculé par période en déduisant les dimanches, le travail d'astreinte, le travail rendu et les journées de travaux saisonniers.

Les stratégies d'éleveurs face au travail ont été identifiées en regroupant les cas présentant des similarités quant aux volumes horaires (travail d'astreinte, travail de saison, temps disponible calculé) et les déroulés calendaires en lien avec les pratiques de conduite des troupeaux et d'utilisation des prairies.

■ RESULTATS

Caractéristiques structurelles des exploitations lait-viande

Dans les sept fermes lait-viande, le pâturage représentait la première forme de mise en valeur agricole des terres déboisées avec des surfaces de 16 à 90 ha (tableau I). Les prairies étaient installées sur défriche forestière ou recréé ligneux suite à la coupe des arbres et au brûlis. L'espèce fourragère prédominante était *Brachiaria brizantha*. La surface en herbe était découpée physiquement par des clôtures délimitant des parcelles. Les troupeaux bovins ont été conduits au pâturage toute l'année. L'herbe a composé la base exclusive de leur alimentation. Les bovins étaient issus de croisements entre des races taurines (Hollandaise) et zébus (Nelore, Gir, Indo-Brasil, etc.). Les effectifs allaient de 31 à 157 têtes dont 11 à 70 vaches destinées à la production mixte lait-veau. La quantité de lait produite par exploitation a varié de 5 300 à 51 700 l sur l'année.

Composition de la cellule de base

Les exploitations se différençaient par le nombre de personnes de la cellule de base et la composition du collectif de travail (tableau II). Dans cinq fermes, la cellule de base reposait sur la main-d'œuvre familiale. Dans deux élevages, l'emploi de salariés permanents avait fait suite à la sortie progressive de la main-d'œuvre familiale (femme, enfants) pour s'occuper d'un grand troupeau (Iri) ou pour aider un producteur suite à la mise en place d'une activité de transformation du lait (Dar). Dans quasiment toutes les fermes, le propriétaire de la

terre composait la cellule de base. Dans une ferme (Don), un des fils assurait les activités d'élevage, son père (le propriétaire de la terre) ne prenant pas part aux travaux d'élevage. La cellule de base pouvait compter, en règle générale, sur l'aide bénévole des autres membres de la famille. Cependant, la participation de la famille est apparue fortement liée à la structuration du groupe familial et à l'importance des activités agricoles dans la formation de ses revenus. Ainsi, un éleveur (Boa) travaillait seul : sa famille résidait en ville et ses enfants avaient leur propre situation professionnelle. Dans la ferme de Don, la cellule de base a pu compter sur l'aide des différents membres de sa famille. Cette forte implication était en partie liée à l'organisation de la famille, plusieurs unités domestiques résidant sur l'exploitation parentale.

Travail d'astreinte avec l'atelier laitier

Dans ces fermes, le travail d'astreinte correspondait aux soins journaliers avec le troupeau (traite, surveillance, soins et rassemblement des vaches en production et veaux) auxquels s'est ajoutée la commercialisation du lait du fait de son rythme quotidien et difficile à différer. Sur l'année, le volume de travail d'astreinte, assuré par la cellule de base, a varié de 1 280 à 3 955 h (tableau III). De forts écarts journaliers ont été notés car le nombre d'heures a varié de 2 h à 6 h 30 par personne de la cellule de base. Plusieurs facteurs semblaient expliquer cette variabilité : le nombre de membres de la cellule de base, l'effectif des femelles à traire, la quantité de lait et le mode de commercialisation. La traite, réalisée manuellement

Tableau II

Composition de la cellule de base

Ferme	Nb. de personnes	Composition	Aide bénévole* de la famille
Boa	1	Producteur	/
Don	1	Fils	Père, neveux, frères
Cus	1	Producteur	Femme et enfants
Dav	2	Producteur + femme	Petit-fils
Dan	2	Producteur + fils	Femme et fils
Dar	2	Producteur + salarié	/
Iri	3	Producteur + salariés	Femme

* Personnes non rétribuées monétairement pour leur travail

Tableau III

Volumes d'activités pour le travail d'astreinte et le travail de saison

Ferme	Nb. de vaches	Surface en herbe (ha)	CB	Travail d'astreinte		Travail de saison				TDC/PCB
				h/an	h/j/PCB	Troupeaux	Prairies	Territoire	% assuré par le CB	
Boa	11	53	1	2 250	6 h 30	0	17	0	100	444
Don	14	90	1	1 580	4 h 30	56	37	0	53	920
Dav	45	70	2	2 070	2 h 45	56	176	96	44	1 265
Cus	33	70	1	2 130	6 h 00	21	96	0	44	522
Dan	12	32	2	1 615	2 h 00	50	144	81	91	1 128
Dar	17	16	1	1 280	1 h 45	4	29	4	95	1 848
Iri	70	80	3	3 955	3 h 30	98	154	0	66	1 160

CB : cellule de base ; PCB : personne de la cellule de base

TDC : temps disponible calculé

une fois par jour, a été la première activité en volume de temps dans toutes les fermes (2 h 20 en moyenne par ferme par jour), avec cependant de forts écarts (50 min à 3 h). La durée journalière dédiée à cette activité a été corrélée à l'effectif des vaches à traire. Du fait d'un marché du lait informel et sans industrie de transformation, la commercialisation était réalisée par les producteurs eux-mêmes, après la traite. Ils y consacraient en moyenne 2 h par jour, avec des écarts de 30 min à 3 h. Le plus faible volume horaire journalier a été observé dans une ferme (Dar) où l'éleveur vendait son lait à un seul point de vente, alors que le plus élevé (6 h 30) correspondait à un éleveur commercialisant son lait à vélo auprès d'un réseau de clientèle urbaine.

Travail de saison

Dans cette étude, le travail de saison a compris les tâches avec le troupeau bovin, les prairies cultivées et le territoire. Sur l'année, le travail de saison total a été de 17 à 328 journées de travail. Selon les exploitations, la cellule de base a mobilisé de la main-d'œuvre externe (aide bénévole de la famille et/ou ouvriers) à des degrés divers. Les principaux résultats concernant le travail de saison sont indiqués dans le tableau III.

Le travail de saison avec le troupeau bovin a regroupé la distribution de la complémentation minérale, les opérations de prophylaxie (vaccination), les soins et la surveillance du bétail en pension. Il a été assuré principalement par la cellule de base qui pouvait avoir recours à de l'aide familiale. Le volume d'activités a varié de 0 à 98 jours, en fonction notamment de l'effectif bovin. Un travail de saison nul a été observé dans une ferme où les activités étaient similaires à du travail d'astreinte.

Les travaux de saison liés à la gestion des prairies ont regroupé le sarclage manuel de la végétation adventice, l'arrachage du système racinaire de mauvaises herbes, l'application d'herbicides, la réparation et pose de clôtures, le semis de la graminée fourragère lors des processus de restauration de prairies. Toutes ces activités ont été réalisées manuellement. Dans ces élevages herbagers, où le troupeau paissait l'herbe toute l'année, de forts écarts ont été enregistrés (17 à 176 jours par an). La surface en herbe n'est pas apparue être un facteur de différenciation du volume de travail de saison entre les fermes. Les différences ont semblé plutôt liées aux activités réalisées et aux décisions et pratiques des éleveurs pour

entretenir leur surface herbagère. Des activités ont été déléguées à de la main-d'œuvre salariée ou bénévole. Les activités pour lutter contre l'envahissement des prairies ont été les plus consommatrices en temps. Le sarclage de la flore adventice (60 jours de travail en moyenne par élevage), qui consiste à couper la partie aérienne des adventices avec une houe ou une faucille, a été réalisé dans toutes les fermes avec de grandes disparités (13 à 124 jours). L'arrachage, qui consiste à éliminer la plante adventice avec son système racinaire après la coupe de la partie aérienne, et l'application d'herbicides ont été réalisés dans trois fermes (2 à 30 jours). Des activités ont été déléguées à de la main-d'œuvre salariée ou bénévole.

Le travail de saison pour la gestion du territoire a regroupé les opérations d'implantation de nouvelles surfaces herbagères sur la forêt : coupe des arbres, brûlis et semis de la graminée fourragère. Enregistré dans trois fermes, les éleveurs y ont consacré 4 à 96 jours.

Temps disponible calculé

Le temps disponible calculé a été compris entre 444 et 1 848 heures par an et par personne de la cellule de base, exprimant des différences considérables quant aux marges de manœuvre dont disposaient les éleveurs pour réaliser d'autres activités pendant l'année (avec les cultures par exemple). Il existait un lien entre le temps disponible calculé et le nombre de personnes de la cellule de base : il a été plus élevé quand la cellule de base était composée de 2 ou 3 membres. Il était par contre plus faible quand le volume de travail d'astreinte était élevé par personne de la cellule de base (tableau III).

Stratégies d'éleveurs et organisation du travail sur une année

Les éleveurs ont eu recours à trois stratégies pour tenir compte des contraintes de travail dans les objectifs de conduite du troupeau et d'utilisation des prairies (tableau IV).

Simplifier le travail et la conduite toute l'année (type A)

L'organisation du travail a été marquée par une période creuse sur plusieurs mois. Pour se libérer du temps de travail, les cellules de base (1 personne) ont joué sur le temps consacré au travail d'astreinte par l'arrêt de la traite et/ou en modifiant le mode de commercialisation. Les éleveurs ont cherché à libérer du temps

Tableau IV
Stratégies d'éleveurs

Type de stratégies	Ferme	Travail d'astreinte (TA)	Périodes de pointe avec du travail de saison	Temps disponible calculé (TDC)	Pratiques et objectifs	Collectifs de travail (CB : cellule de base)
A	Boa	Période avec un TA très réduit	Non	TDC annuel faible mais très évolutif pendant l'année	Faciliter la conduite des vaches toute l'année (une parcelle pour les vaches, utilisation continue)	CB (éleveur)
	Don					CB (éleveur) + aide familiale
B	Dav	TA fonction de la répartition des vèlages (pic en saison sèche) et de l'état des routes (difficultés en saison des pluies)	En saison des pluies et fin de saison sèche	TDC évoluant selon les périodes	Simplifier la conduite pendant les périodes de pointes (regroupement des lots, mise en défens de parcelles)	CB + aide familiale + salariat pour les prairies
	Dan					CB + aide familiale
C	Dar	Stable	Non	Stable	Privilégier la productivité laitière et des prairies toute l'année (rotation rapide, sarclage manuel)	Salariat
	Iri					

pour mener à bien d'autres activités agricoles non liées à l'élevage. Toute l'année, les éleveurs ont cherché à simplifier la conduite des bovins en allouant les parcelles proches de l'étable aux laitières, et par l'utilisation continue d'une parcelle ou d'un bloc de parcelles. Le travail de saison a été assuré par la cellule de base, avec l'aide de la famille si celle-ci résidait sur la ferme. Les activités avec les prairies ont été étalées sur plusieurs mois de façon à répartir les besoins en main-d'œuvre et à ne pas recourir au salariat.

Adapter la conduite lors des périodes de pointe en travail (type B)

Des élevages ont été caractérisés par des alternances de périodes de travail plus ou moins intenses. Les volumes horaires pour l'atelier laitier ont évolué en fonction de la répartition des vèlages (pic en saison sèche) et de l'état des routes (difficultés de circulation en saison des pluies). La cellule de base a pu recourir à l'aide bénévole de la famille pour la traite lors des périodes de vèlages. Des concurrences ont été observées entre les travaux quotidiens avec le lait et les activités saisonnières avec les prairies. En saison des pluies, les cellules de base ont réalisé le sarclage manuel des prairies. En fin de saison sèche, elles se sont chargées des activités d'implantation de nouvelles prairies sur la forêt (coupe des arbres, semis), de la pose de clôtures. Pour mener à bien ces tâches, elles ont eu recours à de la main-d'œuvre externe familiale ou salariée. Lors des périodes en travail plus mouvementées, les pratiques ont été modifiées pour réduire le temps consacré à la conduite du troupeau (regroupement ou séparation des lots, utilisation continue d'une parcelle, regroupement de parcelles, etc.).

Employer de la main-d'œuvre et répartir les activités au sein des collectifs (type C)

Dans des élevages, la conduite a été de chercher à maintenir des niveaux de productivité laitière élevés et des prairies en état toute l'année (rotation rapide des vaches sur les parcelles, sarclage manuel des prairies). Le travail d'astreinte et le temps disponible

calculé se sont caractérisés par leur stabilité pendant l'année. Cette organisation a été liée à plusieurs facteurs :

- le salariat à temps plein ;
- la répartition des activités saisonnières pendant la campagne annuelle de façon à limiter les périodes de pointe et l'emploi d'ouvriers agricoles payés à la tâche ou à la journée ;
- l'étalement des vèlages sur l'année ;
- la répartition des tâches entre les travailleurs ; par exemple dans une ferme, le salarié se consacrait à la traite et l'éleveur à la vente ; dans une autre, l'exploitant réalisait les travaux quotidiens et les salariés les travaux de saison.

■ DISCUSSION

Organisation du travail dans les fermes lait-viande

Cette étude exploratoire, en s'appuyant sur la méthode bilan travail, est une première analyse de l'organisation technique du travail dans des élevages familiaux lait-viande en frontière agricole amazonienne. Du fait de la taille de l'échantillon, les résultats n'ont pas vocation à être généralisés ; cependant cette étude apporte des éléments pour caractériser la composition des collectifs de travail, les temps de travaux quotidiens et saisonniers, la répartition des tâches entre les travailleurs de la cellule de base et la main-d'œuvre externe, et des facteurs explicatifs.

Les collectifs de travail comprenaient un à trois membres par cellule de base, qui pouvaient compter sur l'aide familiale selon leur niveau d'implication, notamment celui des enfants, dans l'activité d'élevage. De fortes variations sont apparues entre les fermes en termes de volumes d'activités pour les activités quotidiennes de l'atelier lait, et les travaux de saison avec les prairies et les troupeaux. La production laitière a induit des activités journalières communes à toutes les exploitations, dont les plus consommatrices

en temps ont été la traite et la vente du lait du fait des pratiques (traite manuelle) et de l'organisation actuelle de la filière (vente informelle). Ces deux tâches ont été caractérisées par de fortes variabilités des quantités de travail. Le facteur explicatif principal pour la traite a été le nombre de travailleurs et l'effectif de vaches à traire, et pour la vente du lait l'organisation du réseau de clientèle. La cellule de base a réalisé le travail d'astreinte, avec dans certains cas une aide de la famille lors des périodes en travail plus intenses (pic de vêlages par exemple). Les travaux de saison ont été identifiés avec les troupeaux bovins, les prairies cultivées et le territoire. Ces activités, réalisées manuellement, étaient exigeantes en force de travail. La cellule de base a compté sur sa propre capacité de travail ou a eu recours à de la main-d'œuvre externe souvent salariée pour des activités d'entretien des prairies ou de coupe des arbres.

Propositions d'actions de recherche-développement sur le thème du travail

Le travail est un facteur à prendre en compte pour appuyer la transformation des pratiques des éleveurs et l'organisation technique des systèmes d'élevage, ceci pour garantir leur durabilité économique, écologique et sociale. Des solutions doivent être proposées à ces éleveurs :

- pour améliorer la conduite de l'élevage et le travail pendant l'année car les éleveurs doivent gérer de nombreuses tâches (quotidiennes et saisonnières) avec les troupeaux, les prairies (et parfois les cultures) en fonction de la main-d'œuvre ;
- pour faire face à des modifications de la main-d'œuvre familiale (départ des enfants) ou encore à des redimensionnements de l'atelier d'élevage (agrandissement du troupeau et des surfaces en herbe), et des activités agricoles (diversification des productions).

Les recherches auront pour objectif de mieux comprendre l'organisation du travail pour identifier les marges de progrès et les solutions possibles. Plusieurs pistes sont proposées. Il s'agit de poursuivre les études sur les temps de travaux auprès d'un plus large échantillon d'élevages afin d'élaborer des références sur ces systèmes d'élevage (3). Des critères semblent pertinents pour sélectionner les exploitations : la composition des collectifs de travail, les combinaisons d'activités agricoles (élevage, cultures) et non agricoles, le mode de commercialisation du lait. Cette étude a mis en évidence des problèmes de durées de travail, de gestion des périodes de pointe et de pénibilité de tâches, mais elle ne les a

certainement pas tous identifiés (10). Les préoccupations et les attentes des éleveurs vis-à-vis de leur travail sont à prendre en considération pour orienter les actions de recherche-développement. D'après les résultats, un objectif prioritaire viserait à alléger les charges en travail (quotidiennes et saisonnières) ainsi qu'à réduire la pénibilité physique de certaines tâches. Les solutions pourraient porter sur les équipements/bâtiments (investissement dans des salles et du matériel de traite, accès à la mécanisation pour l'entretien des prairies), la conduite des troupeaux (répartir les vêlages). Il est également nécessaire de réfléchir à la main-d'œuvre (faciliter le recours à l'emploi d'ouvriers) et à l'organisation de la filière lait (mettre en place une laiterie). Les propositions et les messages doivent tenir compte des différentes stratégies d'éleveurs pour organiser leur travail et l'intégrer dans leurs objectifs techniques : réduire le travail, limiter les périodes de pointe et/ou recomposer la main-d'œuvre de l'exploitation (4). L'aspect économique (gestion de la trésorerie et revenus) doit d'être pris en compte afin de proposer des solutions adaptées aux capacités d'investissements des éleveurs.

■ CONCLUSION

Ce travail a été nécessaire pour permettre de poursuivre les réflexions sur la durabilité des systèmes d'élevage amazoniens. Des actions de recherche-développement sur le thème du travail devraient donc être mises en place en partenariat avec les agriculteurs de façon à lever des freins pour l'adoption de techniques de conduite plus rationnelles des élevages et la transformation des pratiques des éleveurs. Il s'agit également d'améliorer les conditions de travail et de vie des agriculteurs pour conforter la transmissibilité et la « vivabilité » des exploitations familiales. Les travaux pluridisciplinaires ont un rôle majeur à jouer de manière à associer plusieurs points de vue et éclairer ainsi les différentes dimensions des exploitations, qu'elles soient techniques, sociales ou encore économiques.

Remerciements

Les auteurs remercient l'Embrapa Amazonie orientale et le Cirad, département Emvt, pour leurs collaborations, ainsi que B. Dedieu (Inra-SAD, UMR Métafort, équipe transformations des systèmes d'élevage) pour ses relectures.

BIBLIOGRAPHIE

1. ALVES A.M.N., 2004. Dynamique et reproduction sociale de l'agriculture familiale des fronts pionniers d'Amazonie brésilienne. Exemple du paysanнат de la Transamazonienne associant élevage laitier et agriculture. Mémoire DEA, Ecole des hautes études en sciences sociales, Paris, France.
2. AZEVEDO DE P.C., CARVALHO DE R.A. TEIXEIRA R.N.G., SARMENTO C.M.B., FILHO J.A.R., GONCALVES C.A., OLIVEIRA R.P., 1994. Características dos sistemas de produção de gado de corte na Região Bragantina. Belém, Brésil, Embrapa-Captu, 35 p. (Coll. Documents n° 79)
3. CHAUVAT S., SEEGERS J., N'GUYEN B., CLEMENT B., 2003. Le travail d'astreinte en élevage bovin laitier. Synthèse nationale d'enquêtes bilan-travail. Analyse des aspirations et des solutions envisagées par les éleveurs du dispositif Réseaux d'élevage. Paris, France, Institut de l'élevage, 51 p.

4. CITTADINI R., DEDIEU B., DERAIL L., PEREZ R., 2001. Trabajo y tecnología en explotaciones ganaderas de la provincia de Buenos Aires. In: Neiman G. Ed., Trabajo de campo. Producción, tecnología y empleo en el medio rural. Buenos Aires, Argentina, CICCUS, p. 120-133.
5. DEDIEU B., CHAUVAT S., SERVIERE G., TCHAKERIAN E., 2000. Bilan travail pour l'étude du fonctionnement des exploitations d'élevage, méthodes d'analyse. Paris, France, Institut de l'élevage / Inra, 27 p. (Coll. Lignes)
6. DEDIEU B., SERVIERE G., 2001. Organisation du travail et fonctionnement de systèmes d'élevage. In : 8^e Congrès Rencontres recherches ruminants. Paris, France, Institut de l'élevage / Inra, p. 245-250.
7. DEDIEU B., SERVIERE G., 1999. Caractériser et évaluer l'organisation du travail en élevage. La méthode Bilan Travail. *Fascade*, 1 : 1-4.
8. FERREIRA L.A., 2001. Le rôle de l'élevage bovin dans la viabilité agro-écologique et socio-économique des systèmes d'exploitations agricoles familiaux en Amazonie orientale brésilienne - le cas d'Uruará. Thèse Doct., INA-PG, Paris, France, 187 p.

9. FERREIRA L.A., TOURRAND J.F., VEIGA J.B., QUANZ D., 1995. Produção leiteira na área de fronteira agrícola na Amazônia - o caso de Altamira. Belém, Brésil, Embrapa, 53 p.
10. GUILLAUMIN A., KLING-EVEILLARD F., MOREAU J.C., SEEGER J., 2005. Résultats d'enquêtes en Aquitaine. Quand les éleveurs laitiers parlent de leurs conditions de travail. *Trav. Innovations*, **115** : 30-35.
11. HOSTIOU N., 2003. Pratiques et stratégies de gestion des ressources herbagères cultivées par des éleveurs laitiers sur un front pionnier en Amazonie brésilienne : le cas du municípe de Uruará. Thèse Doct., INAPG, Paris, France, 206 p.
12. IBGE, 2000. Censo demográfico 2000. Resultados do Universo População residente, por situação do domicílio e sexo, segundo as grandes regiões e as Unidades da Federação - Brasil - grandes regiões. <http://www.ibge.gov.br>
13. MUCHAGATA M., BROWN K., 2003. Cows, colonists and trees: rethinking cattle and environmental degradation. *Agric. Syst.*, **76**: 797-816.
14. POCCARD-CHAPUIS R., 2004. Les réseaux de la conquête. Rôle des filières bovines dans la structuration de l'espace sur les fronts pionniers d'Amazonie orientale brésilienne. Thèse Doct. Géographie, université Paris X, Nanterre, France, 435 p.
15. POCCARD-CHAPUIS R., PIKETTY M.G., VEIGA J.B., HOSTIOU N., TOURRAND J.F., 2002. Milk production, regional development and sustainability in the Eastern Brazilian Amazon. In : Actes colloque Les systèmes agroalimentaires localisés : produits, entreprises et dynamiques locales, Montpellier, France, 16-18 oct. 2002. Montpellier, France, Cirad-tera, 12 p., CD-Rom.
16. TOPALL O., 1995. L'arbre et l'herbe en zone tropicale humide. Gestion des pâturages sur une frontière agricole amazonienne dans la région de Marabá au sud de l'état du Pará, Brésil. In : Pichot J., Sibelet N., Lacoëuilhe J.J., eds, Actes séminaire Fertilité du milieu et stratégies paysannes sous les tropiques humides, Montpellier, France, 13-17 nov. 1995. Montpellier, France, Cirad-sar, p. 260-265.
17. TOURRAND J.F., VEIGA J.B., QUANZ D., FERREIRA L.A., SIMAO NETO M., 1998. Produção leiteira em área de fronteira agrícola na Amazônia - o caso do municípe de Uruará. In: Homma A.K.O. Ed., Amazônia : meio ambiente e desenvolvimento agrícola. Belém, Brésil, Embrapa-SPI, p. 345-365.
18. VEIGA J.B., POCCARD-CHAPUIS R., PIKETTY M.G., TOURRAND J.F., 2001. Produção leiteira e o desenvolvimento regional na Amazônia oriental. Belém, Brésil, Embrapa, 24 p. (Coll. Documentos n° 80)
19. VEIGA J.B., TOURRAND J.F., 2000. Sínteses das limitações e potencialidades da produção leiteira na Amazônia oriental. In Veiga J.B., Tourrand J.F., Eds, Produção leiteira na Amazônia oriental, situação atual e perspectivas. Belém, Brésil, Embrapa Amazônia oriental, p. 227-234.
20. VEIGA J.B., TOURRAND J.F., QUANZ D., 1996. A pecuária na fronteira agrícola da Amazônia: o caso do municípe de Uruará, Pa, na Transamazônica. Belém, Brésil, Embrapa-Cpatu, 61 p. (Coll. Documentos)

Reçu le 09.02.2005, accepté le 17.02.2006

Summary

Hostiou N., Tourrand J.F., Veiga J.B. Work Organization in Dairy and Beef Family Farms on an Amazonian Pioneer Front in Brazil. Study from Seven Work Assessment Surveys

This study puts under a new light dairy family farms on the Amazonian frontier in Brazil: the technical organization of work. Labor appears to be an essential factor of livestock management and a constraint to the sustainable development of the farms. But, very little knowledge has been gathered to date. To show the work organization over one year, the working time was quantified and working groups described based on the so-called Travail Bilan method in seven dairy/beef farms. The same routine tasks were carried out with the dairy cattle in all the farms, with variations in daily working hours from 1h45 to 6h30 per permanent worker. Differences between farms were related to the number of permanent workers, to the number of milked cows, and to the manner the milk was marketed. During the year, 17 to 328 days were dedicated to seasonal work, including 17 to 176 days to pasture management. Some pasture activities (weeding, sowing, fencing) were delegated to temporary wage earning workers or volunteer family members. Three farmers' strategies were identified based on simplified livestock management or the organization of workers' groups. The study concludes that work is a factor to be taken into account to support the transformation of farming practices and sustainability of Amazonian family farms. Future actions of research-development in the Amazon region will enhance the knowledge necessary to identify possible ways of improvement.

Keywords: Beef cattle – Dairy cattle – Work organization – Livestock rearing – Amazonia – Brazil.

Resumen

Hostiou N., Tourrand J.F., Veiga J.B. Organización del trabajo en las crías familiares de leche y carne en un frente pionero del Amazonas, en Brasil. Estudio a partir de siete encuestas de trabajo

Este estudio privilegió un nuevo enfoque sobre las crías de leche familiares en la frontera agrícola en Brasil: la organización técnica del trabajo. El trabajo parece ser un factor esencial en los comportamientos de cría y un obstáculo a las transformaciones duraderas de las explotaciones. Sin embargo, hasta hoy se han generado pocos conocimientos. Para rendir cuentas de la organización del trabajo a lo largo de un año, los horarios de los trabajos fueron cuantificados y los colectivos de trabajo descritos en siete fincas "leche-carne", a partir del método *bilan travail*. Las mismas actividades de restricción con el hato lechero fueron realizadas en todas las crías con variaciones en cuanto a los volúmenes de horarios: 1h45 a 6h30 por día y por persona en la célula de base. Las diferencias entre las fincas estuvieron relacionadas con la composición de la célula de base, con el número de vacas ordeñadas y el modo de comercialización de la leche. En un año, de 17 a 328 días fueron dedicados a las actividades de estación, de los cuáles 17 a 176 días en las praderas cultivadas. Una parte de las actividades en las praderas (arado, plantación, cercas) fueron delegados a la ayuda familiar o a asalariados temporales. Se identificaron tres estrategias de los criadores frente al trabajo, las cuales reposan sobre los comportamientos o la organización de los colectivos de trabajo. El estudio concluye que el trabajo es un factor que debe considerarse para apoyar la transformación de las prácticas de los criadores y la durabilidad de los establecimientos familiares amazónicos. Las futuras acciones de investigación-desarrollo en el Amazonas permitirán el aumento de los conocimientos para identificar las posibles vías de mejora.

Palabras clave: Ganado bovino – Ganado de carne – Ganado de leche – Organización del trabajo – Cría de ganado – Amazonia – Brasil.

ABONNEMENT/SUBSCRIPTION

France	Union européenne <i>European Union</i>	Pays ACP <i>ACP countries</i>	Autres pays étrangers <i>Other foreign countries</i>
76 euros	93 euros	60 euros	100 euros

Je désire m'abonner à la Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux
(4 numéros par an)

*I wish to subscribe to the Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux
(4 issues a year)*

nom/name:.....prénom/first name:.....

adresse/address:

ville/city:.....pays/country:.....

Je vous joins mon règlement, soit / I enclose payment of

..... euros

Date

à l'ordre de LAVOISIER
payable to LAVOISIER

Je désire recevoir un numéro spécimen
Please send me a free sample

A retourner à / Return to
LAVOISIER
Pascal Pinard
14, rue de Provigny
94236 Cachan Cedex, France
tél : +33 (0)1 47 40 67 00
fax : +33 (0)1 47 40 67 03
abo@Lavoisier.fr
<http://www.Lavoisier.fr>

Performances laitières et pondérales de la chèvre du Sahel burkinabé en régime de complémentation basé sur l'utilisation des ressources alimentaires locales

I.B. Gnanda ^{1*} J.S. Zoundi ¹ A.J. Nianogo ²
A. Le Masson ³ C. Meyer ³

Mots-clés

Chèvre Sahélienne burkinabée –
Chevreau – Production de lait –
Alimentation des animaux –
Complément alimentaire –
Croissance – Burkina Faso.

Résumé

En matière de production laitière, en plus des apports indispensables en nutriments protéiques et énergétiques, il est nécessaire que les animaux aient leurs besoins couverts en certains principes minéraux. Pour aborder cette problématique, 32 chèvres du Sahel burkinabé de troisième lactation et d'âge variant entre 4 ans et 4 ans et demi ont été réparties en quatre lots, afin d'évaluer l'impact de quatre rations de complémentation isoazotées, formulées à base de son local et de fanes de niébé, et différant entre elles par des valeurs de rapports matières azotées digestibles/unité fourragère (122, 122, 133 et 153 respectivement pour les lots 1, 2, 3 et 4) et concentré/fourrage (1,27, 1,27, 0,5 et 0 respectivement pour les lots 1, 2, 3 et 4). Le lot 1, comparativement au lot 2, a reçu, en plus de la complémentation isoazotée, une complémentation minérale *ad libitum*. La production laitière et les performances pondérales des chèvres ainsi que celles de leurs petits ont été suivies pendant 13 à 14 semaines. L'incorporation plus importante de concentré (son local) n'a pas eu d'effet significatif sur la production laitière des chèvres. Cependant, il a été relevé globalement que l'apport de concentré a permis un accroissement de 11 p. 100 de la production totale journalière (quantité traite + quantité consommée par le chevreau). Cette augmentation a été de plus de 40 p. 100 lorsque a été considérée la quantité de lait traite. L'apport du complément minéral aux chèvres du lot 1 a eu une incidence significativement positive ($P < 0,05$) sur la production laitière de ces dernières, avec en moyenne par animal et par jour, une quantité de lait traite de 358 ± 62 g contre 267 ± 70 , 215 ± 32 et 197 ± 76 g respectivement pour les lots 2, 3 et 4. La composition en extrait sec, matières grasses (MG), matières protéiques (MP) et matières minérales du lait n'a pas été significativement influencée par les rations de complémentation. Néanmoins, les laits obtenus des lots 2, 3 et 4 ont été relativement plus riches en MG et MP. Le lait des chèvres du lot 1 a été significativement plus concentré en lactose : 4,35 p. 100 contre 3,9, 3,8 et 3,6 p. 100 respectivement pour les lots 2, 3 et 4. Les gains moyens quotidiens (gmq) des mères ont été de $+7,6 \pm 15,9$, $-18,3 \pm 3,3$, $-26,3 \pm 31,1$ et $-23,7 \pm 16,2$ g respectivement pour les lots 1, 2, 3 et 4. Les gmq de leurs petits ont été de $50,7 \pm 17,3$, $46,5 \pm 22,5$, $39,1 \pm 16,6$ et $36,8 \pm 14,2$ g respectivement pour les chevreaux appartenant aux lots 1, 2, 3 et 4. L'indice de consommation évalué a donné des valeurs de $11,1 \pm 3,9$, $11,6 \pm 1,7$, $13,2 \pm 2,0$ et $13,9 \pm 2,2$ respectivement pour les petits des lots 1, 2, 3 et 4. L'étude a montré qu'avec une bonne combinaison des ressources alimentaires locales l'on pouvait améliorer de façon importante la production laitière de la chèvre Sahélienne en saison sèche. Cette amélioration devient significative s'il y a association d'une complémentation minérale.

1. Institut de l'environnement et de recherches agricoles,
04 BP 8645, Ouagadougou 04, Burkina Faso

2. Institut du développement rural, université polytechnique,
01 BP 1091, Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso

3. Cirad, département Emvt, TA30/A, campus international de Baillarguet,
34398 Montpellier Cedex 5, France

* Auteur pour la correspondance

Inera/Crea du Sahel, BP 80, Dori, Burkina Faso

Tél. : +226 40 46 00 54 ou +226 70 28 11 18

Fax : +226 40 46 04 39 ; e-mail : gnandaisid@yahoo.fr

■ INTRODUCTION

Les fourrages locaux, notamment les résidus de culture, jouent un rôle déterminant dans le disponible alimentaire des animaux au sein des systèmes mixtes agriculture élevage sédentaires du Sahel (11). Ces résidus sont surtout utilisés pendant la saison sèche pour compléter les animaux productifs (animaux laitiers, animaux d'embouche...) et les animaux malades (11, 30). Dans le cas du Sahel burkinabé, une bonne partie de ces résidus sont destinés en saison sèche à l'entretien des femelles en lactation (bovins et caprins) dont le lait produit est une part importante des revenus des femmes. Si la disponibilité des résidus de cultures constitue l'un des atouts majeurs de tels systèmes (21, 30), il n'en demeure pas moins que les conditions de leur utilisation optimale par les éleveurs font souvent défaut. Dans la plupart des cas, peu d'attention est accordée par les éleveurs à l'équilibre entre l'énergie et l'azote apportées, encore moins à la compensation des déficits en minéraux (8). De telles pratiques de complémentation ne permettent pas aux femelles lactantes d'exprimer correctement leurs performances de production laitière.

La présente étude a eu pour objet d'évaluer la substitution des fanes de niébé en tant que fourrage et source azotée au niveau local par du son local de mil, utilisé comme concentré énergétique, sur les aptitudes laitières de la chèvre du Sahel burkinabé. Elle a également cherché à mettre en relief l'effet stimulant de la complémentation minérale sur la valorisation des ressources alimentaires locales par la chèvre laitière du Sahel burkinabé, aussi bien en matière de production de lait – tant pour la traite que pour les chevreaux – que du maintien de l'état pondéral.

■ MATERIEL ET METHODES

Site expérimental

L'étude a été conduite dans le nord du Burkina Faso, à la station de Katchari, station expérimentale de l'Institut de l'environnement et de recherches agricoles (Inera), située entre les latitudes 13° 55' et 14° 05' N et les longitudes 0° 00' et 0° 10' W. Cette partie du pays, appelée Sahel burkinabé, est caractérisée au centre et plus au nord par un climat en majorité de type sahélien, avec une pluviosité annuelle inférieure à 500 mm. Dans sa partie Sud abritant le climat soudano-sahélien, la pluviométrie varie entre 500 et 700 mm. La caractéristique principale de la pluviométrie pour l'ensemble de la région est sa grande variation spatio-temporelle. Les pâturages fréquentés par les animaux ont présenté les caractéristiques floristiques suivantes (29) :

- sur les dunes les pâturages ligneux sont dominés par *Combretum glutinosum*, *Acacia laeta* et *Faidherbia albida* ; les pâturages herbacés sont dominés par *Zornia glochidiata* et *Cassia mimosoides* ;
- sur les glacis, on rencontre surtout des ligneux comme *Acacia raddiana*, *Grewia tenax* et *Boscia senegalensis* ; le tapis herbacé est dominé par *Schoenefeldia gracilis* ;
- sur les dépressions, les pâturages herbacés sont également dominés par *Schoenefeldia gracilis* et quelques présences de *Panicum laetum* ; le peuplement ligneux se compose d'*Acacia seyal*, *Combretum aculeatum*, *Combretum micranthum*, *Acacia raddiana*, *Guiera senegalensis* et *Grewia tenax* ;
- sur les zones des ensablements nouveaux, les ligneux rencontrés sont en majorité *Balanites aegyptiaca*, *Acacia raddiana* et *Ziziphus mauritiana* ; la flore herbacée est dominée par *Schoenefeldia gracilis*, *Aristida adscensionis* et *Zornia glochidiata*.

Animaux expérimentaux et protocole alimentaire

Trente-deux chèvres du Sahel burkinabé (24) de troisième lactation et d'âge variant entre 4 ans et 4 ans et demi ont été sélectionnées à partir d'un troupeau de 40 femelles ayant fait l'objet d'une

synchronisation d'œstrus par « l'effet mâle-bouc » afin d'obtenir des mises bas groupées. Avant leur mise en saillie, les chèvres avaient été déparasitées à l'aide d'oxfendazole (SynanthicND) et vaccinées contre la pasteurellose et le charbon symptomatique.

Après la mise bas, les 32 chèvres ont été réparties au hasard en quatre lots (lots 1, 2, 3 et 4) auxquels ont été affectés quatre régimes de complémentation alimentaire isoazotés combinant différemment du son local de mil et des fanes de niébé (régimes A, B, C et D). Les différents lots ainsi que les régimes alimentaires correspondants sont décrits dans le tableau I. Le niveau d'apport protéique complémentaire couvrirait 50 p. 100 des besoins en matières azotées digestibles (MAD) de production des animaux (21), estimés à 105 g de MAD par animal et par jour [82 g MAD/kg de matière sèche (MS) ingérée]. Le besoin en énergie a été fixé à 0,78 UF/kg MS ingérée (UF = unité fourragère) (17). Le régime de complémentation du lot 1 (régime A) était identique à celui du lot 2 (régime B) à la seule différence que le régime A assurait aux animaux du lot 1 un apport *ad libitum* de pierre à lécher de marque Oligocel, de composition suivante : Na (370 g/kg), Mg (2 400 mg/kg), Fe (700 mg/kg), Zn (600 mg/kg), Mn (420 mg/kg), Cu (100 mg/kg) et I (28 mg/kg). L'apport de Ca et P était assuré par le son local de mil et les fanes de niébé, si bien que les rations A et B avaient une fourniture identique en ces deux éléments.

Chaque animal rentrait en expérimentation trois jours après la mise bas, afin qu'un maximum de colostrum – produit seulement pendant les premiers jours de lactation – servît à l'alimentation du chevreau. Le jour, les animaux passaient huit heures au pâturage, de 8 à 17 h comprenant une heure de temps d'abreuvement (entre 12 h 30 et 13 h 30) à la bergerie. La complémentation était apportée aux animaux (par sous-lots de quatre sujets) le soir. Il n'a pas été possible d'effectuer une complémentation individuelle par manque de box individuels.

Contrôle de paramètres

Deux catégories de paramètres ont été mesurés : (i) la production laitière et la composition chimique ; (ii) le poids vif des chèvres et la croissance des chevreaux.

Le contrôle laitier, qui a duré 13 semaines en saison sèche chaude, a été réalisé de deux manières. D'une part, la quantité de lait obtenue par la traite manuelle a été réalisée par le berger, selon un rythme de trois jours par semaine avec, par jour, une mesure le matin et une autre le soir. La méthode de traite a été calquée sur les pratiques traditionnelles où l'éleveur prélève une partie du lait et en laisse pour le chevreau. Une éprouvette graduée en millimètres a été utilisée pour l'évaluation des quantités de lait prélevées par la traite. Par ailleurs, la quantité de lait consommée par le chevreau a pu être estimée grâce à l'équation de corrélation établie par Niango et Ilboudo (18) entre la croissance du chevreau et la consommation du lait de sa mère. Cette équation se présente comme suit :

$$CM = - 51,8991 P_0 + 4,7041 P_{13} + 14,3734 P_0 \times P_{13} + 469,2035 \quad (R^2 = 0,897)$$

où CM est la consommation moyenne de lait par jour (en g) ; P_0 est le poids à la naissance du chevreau (en kg) ; et P_{13} est le poids à la 13^e semaine (en kg). Cette équation a été établie par suite de l'utilisation de la méthode de la double pesée, avec des chevreaux nourris uniquement à la mamelle.

Pour le besoin d'application de cette équation, les chevreaux de la présente étude ont été gardés en claustration permanente et séparés des box des mères pendant la durée de l'étude afin d'éviter la consommation d'aliments solides. Pendant les soirées où s'effectuait la complémentation des mères, les chevreaux étaient libérés pour leur tétée, à l'issue de laquelle les compléments alimentaires

Tableau I

Composition des rations

	Ration A (lot 1)	Ration B (lot 2)	Ration C (lot 3)	Ration D (lot 4)
Contribution (%) de fanes de niébé et du son local dans l'apport de MS				
Fanes de niébé	44	44	67	100
Son local de mil	56	56	33	0
Composition (g/kg MS)				
Matière organique	935	935	929	920
Matières azotées totales	152	152	151	151
Cellulose brute	166	166	228	318
Valeur nutritive				
MAD (g/animal/jour) ¹	52,5	52,5	52,52	52,53
Energie (UF/animal/jour) ²	0,431	0,431	0,395	0,343
Ca (g/animal/jour)	1,89	1,89	2,6	3,7
P (g/animal/jour)	2,29	2,29	2,03	1,66
Pierre à lécher	<i>Ad libitum</i>	0	0	0
Quantités distribuées (g)				
Matière sèche ³	578	578	575	571
Matière brute	638	638	636	633
Effectif des chèvres	8	8	8	8

MS : matière sèche ; MAD : matières azotées digestibles ; UF : unité fourragère

¹ Les besoins protéiques de production d'une chèvre ont été estimés à 82 g MAD/kg MS de la ration² Les besoins en énergie de production d'une chèvre ont été estimés à 0,78 UF/kg MS de la ration³ Les besoins en MS de production ont été fixés à 4,75 % des poids vifs des animaux en s'inspirant des résultats obtenus par Nianogo et Ilboudo (1993)

étaient apportés à leur mère. Cette séparation servait également de préparation pour la traite du matin.

Concernant la composition chimique, des échantillons de lait (100 ml par chèvre) ont été prélevés à la 2^e, 4^e, 8^e et 12^e semaine de lactation, traités avec du formol à 10 p. 100 et conservés au frais à + 4 °C jusqu'au dosage des constituants chimiques : extrait sec (ES), matières grasses (MG), matières protéiques (MP), matières minérales (MM) et lactose. L'analyse de ces constituants chimiques a été faite selon les méthodes décrites par l'Aoac (2).

Les mères ont été pesées dans les 24 à 48 heures qui ont suivi la mise bas et toutes les deux semaines durant 14 semaines. Les chevreaux ont été pesés à la naissance (dans les 24 heures suivant la naissance) et une fois par semaine, le matin avant la tétée.

Analyse statistique des données

Le traitement statistique des données a été réalisé à l'aide du logiciel R (R Development Core Team) en utilisant le modèle aov (analyse de variance), suivi de la méthode de comparaison multiple de moyennes de Tukey. Particulièrement pour les données pondérales des chevreaux, le modèle linéaire mixte a été utilisé où le sexe était considéré comme une variable prédictive aléatoire. Cela a permis de prendre en compte l'effet du sexe sur les résultats statistiques.

■ RESULTATS

Performances laitières

L'incorporation plus importante de concentré sous forme de son local de mil n'a pas eu d'effet significatif sur la production de lait des chèvres (régimes C et D vs régime A, tableau II). Globalement,

le niveau de la production laitière a augmenté avec l'accroissement de l'apport énergétique de la ration (tableau II).

L'adjonction de pierre à lécher (avec une consommation moyenne de 12 g/animal/jour) à la ration A a eu une incidence significativement positive ($p < 0,05$) sur la production laitière des animaux du lot 1 comparativement à celle récoltée chez les animaux du lot 2. Cela correspondait pour ce lot 1 à une production totale journalière par animal de 822 g vs 756 g pour le lot 2. Cette augmentation significative de production laitière du lot 1 a été d'environ 12 p. 100 par rapport à la production moyenne des autres lots.

Les quantités totales de lait produites ont été significativement ($p < 0,05$) plus élevées au niveau de la ration A comparativement aux autres rations (tableau II). La quantité de lait mesurée par la traite manuelle (traite du berger) a représenté en moyenne 33 p. 100 de la production totale de lait estimée (quantité traite + quantité estimée pour la consommation du chevreau). Calculée par lot, cette production estimée par la traite a été de 41, 35, 29 et 28 p. 100 respectivement pour les lots 1, 2, 3 et 4.

Les courbes évolutives de la production de lait dans chaque lot, évaluée par la traite manuelle, sont présentées à la figure 1. La courbe représentant les quantités de lait mesurées au niveau de la ration A montre une augmentation brusque de la production de lait à la deuxième semaine, suivie d'une phase descendante à partir de la troisième semaine. Les trois autres courbes présentent des évolutions irrégulières avec pour certaines (rations B et C) des ascendants en milieu de lactation.

La composition en ES, MG, MP et MM du lait n'a pas été significativement influencée par les rations de complémentation (tableau II). Néanmoins, les teneurs en MG et MP ont été globalement plus intéressantes pour les lots 2, 3 et 4.

Tableau II

Performances laitières et pondérales des chèvres et croissance de leurs petits

	Ration A (lot 1)	Ration B (lot 2)	Ration C (lot 3)	Ration D (lot 4)
Quantités de lait				
Nombre de sujets par lot	8	8	8	8
Quantité de lait traite (g/mère/jour)	358 ± 62 ^a	267 ± 70 ^{a b}	215 ± 32 ^b	197 ± 76 ^b
Quantité de lait consommée par le chevreau (g/jour)	583 ± 68 ^a	534 ± 38 ^b	515 ± 33 ^b	512 ± 31 ^b
Quantité totale de lait produite (g/mère/jour)	882 ± 67 ^a	756 ± 63 ^b	731 ± 55 ^b	709 ± 92 ^b
Quantité totale de lait produite en 13 semaines (kg/mère)	80 ± 06 ^a	69 ± 05 ^b	67 ± 05 ^b	65 ± 08 ^b
Composition chimique du lait (%)				
Nombre de sujets par lot	8	8	8	8
Extrait sec	13,86 ± 1,46 ^a	13,30 ± 1,60 ^a	12,94 ± 1,14 ^a	13,54 ± 1,56 ^a
Matières grasses	3,96 ± 0,86 ^a	4,01 ± 0,89 ^a	4,05 ± 0,81 ^a	4,16 ± 0,73 ^a
Matières protéiques	3,91 ± 0,70 ^a	3,94 ± 0,59 ^a	3,96 ± 0,51 ^a	3,93 ± 0,55 ^a
Matières minérales	0,83 ± 0,02 ^a	0,79 ± 0,03 ^a	0,77 ± 0,04 ^a	0,77 ± 0,05 ^a
Lactose	4,35 ± 1,13 ^a	3,90 ± 0,92 ^{ab}	3,80 ± 0,86 ^b	3,60 ± 0,81 ^b
Performances pondérales des mères				
Nombre de sujets par lot	8	8	8	8
Poids initial (kg/animal)	27,53 ± 2,01 ^a	27,58 ± 4,02 ^a	26,04 ± 4,50 ^a	26,38 ± 3,83 ^a
Poids final (kg/animal)	28,23 ± 2,97 ^a	25,91 ± 3,29 ^b	23,64 ± 4,67 ^b	24,22 ± 2,99 ^b
Gmq (g/animal)	7,6 ± 15,9 ^a	- 18,3 ± 23,3 ^b	- 26,3 ± 31,1 ^b	- 23,7 ± 16,2 ^b
Performances pondérales des chevreaux				
Nombre de sujets par lot	9 (2M + 7F)	8 (4M + 4F)	10 (3M + 7F)	9 (4M + 5F)
Poids à la naissance (kg/animal)	2,20 ± 0,47 ^a	2,00 ± 0,41 ^a	2,01 ± 0,62 ^a	2,56 ± 0,63 ^a
Poids à 4 semaines (kg/animal)	3,63 ± 0,51 ^a	3,43 ± 0,55 ^a	2,94 ± 0,70 ^a	2,97 ± 0,62 ^a
Poids à 13 semaines (kg/animal)	6,75 ± 1,85 ^a	6,23 ± 2,17 ^a	5,56 ± 1,14 ^a	5,91 ± 1,67 ^a
Gmq (g/chevreau)	50,7 ± 17,3 ^a	46,5 ± 22,5 ^a	39,1 ± 16,6 ^a	36,8 ± 14,2 ^a

Les nombres figurant sur une même ligne et marqués de lettres différentes diffèrent significativement au seuil de 5 %

Gmq : gains moyens quotidiens

M : mâle ; F : femelle

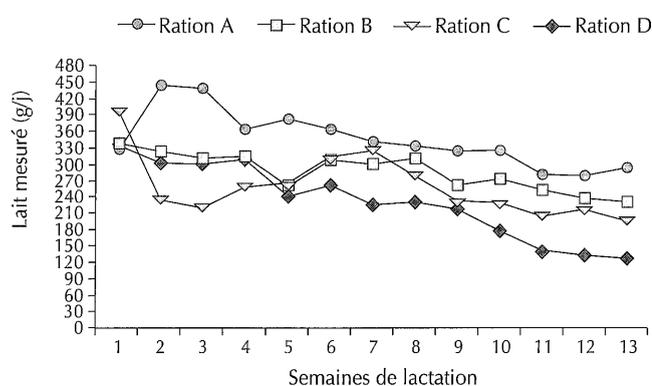


Figure 1 : courbe évolutive des quantités de lait mesurées par la traite.

La concentration en lactose a montré une différence significative entre le lot 1 et les autres lots : 4,35 p. 100 pour le lot 1 contre respectivement 3,9, 3,8 et 3,6 p. 100 pour les lots 2, 3 et 4.

Performances pondérales

Un effet significatif de l'apport minéral sur les performances pondérales des chèvres a été noté (tableau II). En effet, les animaux du lot 1 qui ont bénéficié de la complémentation minérale ont exprimé

des gains moyens quotidiens (gmq) positifs de + 7,60 g, comparés aux gmq négatifs enregistrés avec leurs homologues dont les valeurs ont été respectivement de - 18,3, - 26,3 et - 23,7 g pour les lots 2, 3 et 4.

La croissance des chevreaux n'a pas été significativement affectée par le régime d'alimentation de leurs mères (tableau II). En revanche, la croissance des chevreaux dont les mères ont été alimentées sous le régime A a été plus intéressante. Indifféremment du sexe, a été enregistré chez ces derniers un gmq de 50,1 g contre des gmq de 46,5, 39,1 et 36,8 g enregistrés respectivement chez les chevreaux dont les mères ont été nourries aux régimes B, C et D. Les poids vifs des chevreaux à la douzième semaine ont été respectivement de 6,62 ± 1,7, 6,1 ± 2,13, 5,2 ± 1,17 et 5,75 ± 1,15 kg pour les lots 1, 2, 3 et 4.

La figure 2 montre l'avance prise par les chevreaux du lot 1 pour la croissance, dès la deuxième semaine après la naissance, pour se maintenir tout au long du suivi. En 13 semaines, les chevreaux du lot 1 ont gagné 3,32 fois leur poids de naissance contre des valeurs respectives de 3,29, 2,70 et 2,37 pour les chevreaux des lots 2, 3 et 4. Globalement, la croissance pondérale des chevreaux mâles a été plus élevée comparée à celle des femelles (figure 3).

Les indices de consommation, c'est-à-dire la quantité de lait nécessaire par unité de gain de poids du chevreau, ont été de 11,1 ± 3,90, 11,6 ± 1,69, 13,8 ± 2,01 et 13,9 ± 2,19 respectivement pour les régimes A, B, C et D, traduisant de meilleurs rendements pour les régimes A et B.

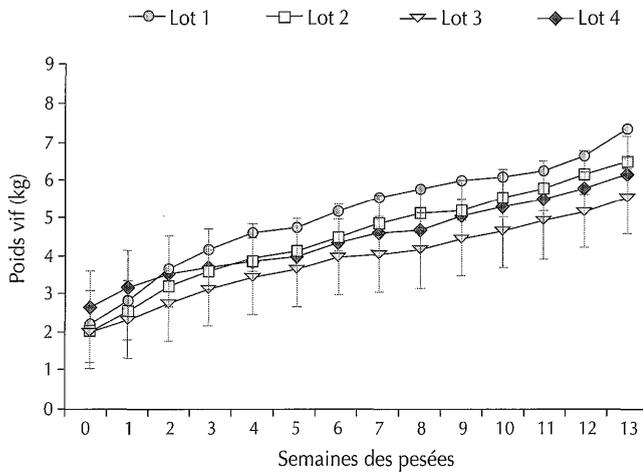


Figure 2 : courbe évolutive de la croissance pondérale des chevreaux.

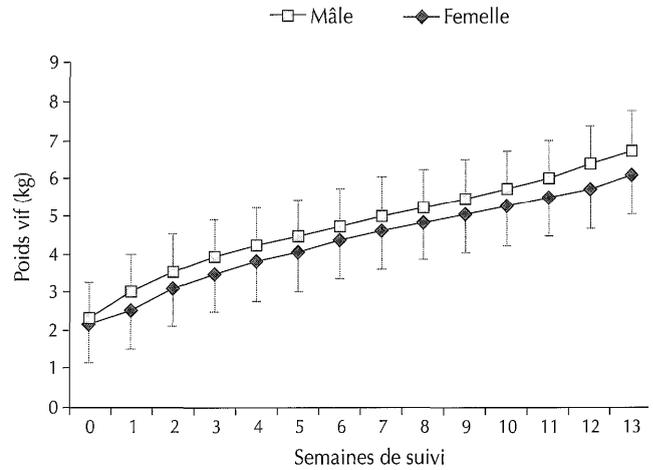


Figure 3 : évolution pondérale des chevreaux selon le sexe.

DISCUSSION

Performances laitières

Même si cela apparaît non significatif, les présents résultats indiquent un effet lié à l'apport énergétique sur la production laitière. En effet, après l'apport hydrique, le deuxième élément auquel la production lactée reste très sensible est l'apport énergétique qui, lui-même, dépend en grande partie du niveau d'ingestion de matière sèche (10, 19). Plusieurs auteurs ont abordé cette question d'apport énergétique et ont pu mettre en évidence son effet significativement positif sur la production laitière des ruminants (9, 10, 15, 20, 22). L'absence d'effet significatif dû à l'apport énergétique dans la présente étude confirme les observations faites par Nianogo et Ilboudo (18) sur le fait que de faibles fluctuations dans l'apport énergétique n'ont aucune incidence significative sur la production lactée de la chèvre du Sahel burkinabé. Il semble que pour les races de chèvre à faible potentiel laitier comme celle de la présente étude, l'augmentation des apports énergétiques n'induit pas nécessairement une amélioration quantitative de la production laitière des sujets, mais entraîne plutôt une amélioration du taux protéique du lait qui reste très sensible à l'apport énergétique (15, 23). C'est à cette conclusion qu'est parvenu Yoni (28) lorsqu'il a étudié la production laitière de la brebis Mossi à partir de rations d'apports énergétiques différents.

Néanmoins, Ouédraogo (19) a pu relever au cours de ses travaux une amélioration de plus de 15 p. 100 de la production laitière de chèvres recevant du concentré en tant que source d'énergie avec un niveau d'apport de 30 p. 100 de leurs besoins, comparativement à celle de leurs homologues complémentées seulement à hauteur de 10 p. 100 de leurs besoins. Cependant, l'auteur a relevé que cet effet, qui était perceptible dans les premières semaines de lactation, est devenu très faible vers la fin de la lactation des sujets étudiés.

Sur des chèvres beaucoup plus productrices en lait, comme les chèvres Tswana du Botswana, des auteurs (1) ont relevé un effet significatif de l'alimentation énergétique sur la production laitière des sujets qui ont fait l'objet de leur recherche. Ces derniers ont enregistré par la traite manuelle une production moyenne journalière par animal de 720, 530 et 470 g respectivement pour les chèvres alimentées en régimes d'apports dits de niveau haut, moyen et bas et assurant des couvertures de 21,8, 15,9 et 11,6 millions de joules d'énergie métabolisable.

L'apport des minéraux est indispensable pour assurer une utilisation optimale de l'énergie et de l'azote par les sujets en lactation (7). En effet, les minéraux, notamment les éléments majeurs comme Na et K, agissent en synergie avec le lactose pour assurer l'osmolarité dans la sécrétion lactée et contrôler la production quantitative et même qualitative du lait (5, 23).

Les quantités de lait obtenues par la traite manuelle dans cette étude (358, 267, 215 et 197 g/j) ont globalement été plus élevées que celles rapportées chez des sujets de même race par Gnanda et coll. (7). Ces auteurs ont enregistré une production journalière de 135 g de lait pour les animaux témoins et de 232 g pour ceux soumis à la complémentation. Les présents résultats ont également été plus élevés que ceux communiqués par Waelti et coll. (27) chez les chèvres Sahéliennes du Mali (155 g/animal/j selon un rythme d'une traite dans la journée). Au regard des résultats obtenus par Cissé et coll. (4) chez les chèvres Sahéliennes du Sénégal, et ceux récoltés par Bourzat et Mian Oudanang (3) chez les chèvres Sahéliennes du Tchad, les quantités de lait traitées des chèvres alimentées avec le régime A sont apparues plus intéressantes comparativement à celles obtenues par ces auteurs dont les moyennes étaient respectivement de 323,5 et 318,3 g/animal/jour.

Quant à la production totale de lait produite (quantités traitées + quantités estimées pour la consommation du chevreau), les valeurs obtenues ont été comparables à celles rapportées par Nianogo et Ilboudo (18), et celles enregistrées également par Ouédraogo/Lompo et coll. (20). L'avance significative de la production de lait des chèvres soumises à la ration A semblait être en conformité avec les effets de ce régime sur la croissance des petits.

Les quantités de lait obtenues par la traite dans cette étude (33 p. 100 de la production totale estimée) se trouvaient être à la limite inférieure de la fourchette de 40 à 70 p. 100 des possibilités d'extraction de lait par la traite manuelle, communiquée par d'autres auteurs chez la même race (20). Cela peut se justifier par le fait que cette fourchette de 40 à 70 p. 100, à laquelle font allusion les auteurs ci-dessus mentionnés, se rapporte notamment aux situations de traite totale. La traite dans le cas présent a été partielle et a surtout été réalisée par le berger qui a fait un prélèvement en tenant compte de la ration du chevreau. D'ailleurs, pour des résultats se rapportant au milieu paysan, Bourzat et Mian Oudanang (3) relèvent un taux inférieur à la moyenne enregistrée dans la présente étude (27 p. 100).

Concernant les pics de lactation, la littérature (4, 9, 14, 20) montre que ce pic est atteint entre deux et trois semaines chez les chèvres laitières Sahéliennes. Les quantités de lait obtenues dans la présente étude avec la ration A semblaient être en accord avec cette donnée de littérature.

Les résultats sur la composition chimique du lait semblent traduire le fait que plus une chèvre produit du lait, plus les taux butyreux et protéiques sont faibles (10). En effet, comme les résultats l'indiquent, la plus faible concentration en ces deux éléments a été enregistrée chez les chèvres soumises au régime A qui ont eu une production laitière significativement supérieure à celles de leurs homologues des trois autres lots.

Les taux de matières grasses relativement plus importants au niveau des lots 2, 3 et 4 ont concordé avec les observations de Rousselot (23) selon lesquelles les rations de faible valeur nutritive qui ne permettent que de faibles productions de lait se traduisent, sur le plan de la composition du lait, par des augmentations de la proportion de matières grasses.

La concentration plus importante du lactose dans le lait des chèvres alimentées en régime A pourrait être une réponse au rôle que joue cet élément dans la régulation de la pression osmotique entre les cellules sécrétrices mammaires et le milieu sanguin à partir duquel la mamelle puise notamment les éléments minéraux, l'eau, les acides gras à chaînes longues, les vitamines.

Les valeurs de la composition chimique du lait obtenues dans la présente étude ont été comparables à celles rapportées par d'autres auteurs qui ont travaillé sur la même race caprine (4, 9, 18, 27). Cependant, en utilisant des graines de coton comme source d'énergie dans le rationnement des chèvres de la même race Sahélienne du Burkina, Ouédraogo/Lompo et coll. (20) sont parvenus à des valeurs moyennes de 15,4, 5,4, 3,42, 0,77 et 5,82 p. 100 respectivement pour les ES, MG, MP, MM et le lactose.

Les chiffres rapportés par Mbayahaga et coll. (12) chez les chèvres locales burundaises sont de 11,2, 3,1, 3,5 et 2,8 respectivement pour les ES, MG, MP et le lactose. Ce qui semble proche des valeurs enregistrées dans cette étude sur ces éléments.

Les taux butyreux et protéiques enregistrés à l'issue de cette expérimentation ont été supérieurs aux valeurs rapportés chez les chèvres Alpines (22), ce qui rejoint l'observation selon laquelle les chèvres de races locales tropicales compensent partiellement leur faible production par une concentration lipidique et protéique de leur lait (10).

Performances pondérales

L'effet significativement positif de la complémentation minérale sur les performances pondérales des chèvres en période de lactation a déjà été relevé par plusieurs auteurs (7, 13). Les carences en certains oligoéléments tels que le cuivre, le zinc et l'iode entraînent des déficiences de croissance et provoquent parfois de la cachexie chez les animaux. Or, il est bien connu que les pâturages sahéliens sont pauvres en ces éléments, notamment la plupart de ceux qui sont disponibles en période sèche de l'année (6, 8, 16).

La complémentation minérale a également l'avantage de favoriser une utilisation efficace de l'énergie et de l'azote par les animaux (7). Cela leur permet de réduire la mobilisation de leurs réserves corporelles en cas de déficiences alimentaires et d'être dans des conditions de croissance ou simplement d'éviter la perte de poids.

Les gmq des mères enregistrés lors de cette étude ont été comparables à ceux calculés par Gnanda et coll. (7) chez les mêmes

chèvres. Ils étaient en deçà de ceux rapportés chez la même race par Ilboudo (9), et Ouédraogo/Lompo et coll. (20) dont les moyennes respectives étaient de 16 et 27 g par jour.

Les travaux réalisés sur les chèvres Tswana (1, 12) ont montré également que c'est à partir d'un certain niveau d'apport suffisant de complément qu'il est possible d'induire un gain pondéral positif aux sujets étudiés. Ainsi, avec des niveaux d'apport de 0 g, 300 g et 600 g de fanes d'arachide, Mbayahaga et coll. (12) ont enregistré des gmq respectifs de -72,8, -3,3 et 41,3 g. Pour ces réponses pondérales des chèvres laitières au niveau d'apport de complément, on doit tenir compte du fait qu'elles dépendent également de la qualité de l'offre des pâturages pour les cas où les sujets y séjournent avant de recevoir leurs compléments.

La croissance plus importante des chevreaux du lot 1 pouvait s'expliquer par les meilleures productions laitières de leur mère en accord avec l'argumentation de certains auteurs (1, 3) selon laquelle la croissance des jeunes est un bon indicateur de la productivité laitière de la population mère. Elle reflète donc la valeur laitière de la mère, notamment au cours des premières semaines de vie du chevreau. Les résultats des indices de consommations des jeunes rendent bien compte de la supériorité nutritive du lait des chèvres alimentées au régime A. Cela peut se justifier en partie par les teneurs relativement plus importantes du lait de ces chèvres en minéraux et en lactose. Comme tous les glucides, le lactose est un nutriment énergétique, alors que la croissance des jeunes est linéairement liée à l'énergie absorbée (10). Le rôle des minéraux dans la croissance des jeunes sujets n'est plus à démontrer puisque ce sont eux, en particulier Ca, P et Mg, qui assurent l'essentiel de la croissance et du développement du squelette.

Les gmq des chevreaux calculés dans cette étude ont été comparables à ceux rapportés par Ouédraogo/Lompo et coll. (20). Ils ont été cependant moins performants que ceux enregistrés par Ilboudo (9), et par Nianogo et Ilboudo (18). Le gmq moyen enregistré par les derniers auteurs est de 65,8 g par jour. Toutefois, il faut relever que dans le cadre des travaux de Nianogo et Ilboudo (18) comme ceux d'Ilboudo (9), les chevreaux avaient accès à toute la production de leur mère, étant donné que les auteurs ont utilisé la méthode de la double pesée pour évaluer la production de lait.

CONCLUSION

Malgré le faible impact des fluctuations des niveaux d'apports énergétiques sur la production laitière des chèvres de cette étude, on peut, au regard des tendances à l'amélioration de la production enregistrées, envisager qu'avec des niveaux de couverture énergétique plus importants l'on parvienne à susciter des productions significatives chez la chèvre du Sahel burkinabé.

Les résultats de cette étude montrent qu'avec une bonne combinaison des ressources locales, on améliore de façon importante la production laitière de la chèvre locale du Sahel burkinabé en saison sèche. Il ressort cependant que même si l'on peut agir sur les apports énergétiques et protéiques pour améliorer la productivité laitière des chèvres, il est nécessaire d'associer la complémentation minérale afin de parvenir à des effets significatifs sur les performances des animaux.

Le rôle indispensable de la complémentation minérale dans la production laitière de la chèvre Sahélienne du Burkina mis en relief dans cette expérimentation recommande, au regard du fait que les pierres à lécher industrielles sont peu accessibles aux éleveurs sahéliens, que l'on puisse étudier les possibilités de proposer à ces derniers des blocs multinutritionnels à base d'intrants locaux.

BIBLIOGRAPHIE

1. ADOGLA-BESSA T., AGANGA A.A., 2000. Milk production of Tswana goats fed diets containing different levels of energy. *South Afr. J. Anim. Sci.*, **30**: 77-81.
2. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 1984. Official methods of analysis, 14th edn. Washington DC, USA, AOAC, 114 p.
3. BOURZAT D., MIAN OUDANANG K., 1994. Production laitière des chèvres du Sahel tchadien : quantités de lait traitées et croissance des jeunes en milieu rural. In : Actes du comité scientifique de Niamey du projet régional de recherche sur les petits ruminants ; Cameroun, Niger, Tchad ; Niamey, Niger, 7-12 fév. 1994. Montpellier, France, Cirad-emvt, p. 31-41.
4. Cisse M., Fall Y., Ly I., 1996. Performances laitières et état nutritionnel des chèvres du Sahel conduites sur parcours naturels : relations avec la croissance des chevreaux. In: Small ruminant research and development in Africa, proc. 3rd Biennial conference of the African Small Ruminant Research Network, Kampala, Uganda, 5-9 Dec. 1994. Nairobi, Kenya, ILRI, p. 303-308.
5. CLOS J., MULLER Y., 1998. Périlleux E. dir., La reproduction : gestation, lactation et maîtrise de la reproduction. Paris, France, Nathan, 104 p. (Cahiers 128)
6. CONRAD J.H., MCDOWELL L.R., ELLIS G.L., LOOSLI J.K., 1985. Minéraux pour les ruminants de pâturage des régions tropicales. Gainesville, FL, USA, université de Floride/USAID, 95 p.
7. GNANDA B.I., NIANOGO J.A., TAMBOURA H.H., ZOUNDI S.J., 2002. Effet de la complémentation azotée et minérale sur l'utilisation de la paille de sorgho chez la chèvre du Sahel burkinabé en lactation. *J. Sci.*, **2** : 40-47.
8. GUERIN H., 1988. Le phosphore dans l'alimentation des ruminants tropicaux : risques de carences, effet de fertilisation des fourrages et de la complémentation, possibilité d'utilisation des phosphates naturels. In : Séminaire international sur l'utilisation des phosphates naturels dans la nutrition végétale et animale, Ferphos-Tebessa, Algérie, 8-10 mars 1988. Maisons-Alfort, France, Cirad-lemvt, 29 p.
9. ILBOUDO C.P., 1991. Influence de la source et du niveau d'énergie sur la production laitière chez la chèvre du Sahel burkinabé et chez la brebis Mossi. Mémoire fin d'étude, Institut du développement rural, université d'Ouagadougou, Burkina Faso, 116 p.
10. LE GAL O., PLANCHENAU D., 1993. Utilisation des races caprines exotiques dans les zones chaudes : contraintes et intérêts. Maisons-Alfort, France, Cirad-emvt, 226 p.
11. MACALA J., MOLEFE V., SEBOLAI B., LALETSANG K., 1996. Effect of supplemental peanut hay on performance of lactating Tswana does and kids post-weaning. In: Ndikumana J., de Leeuw P. Eds., Sustainable feed production and utilization for smallholder livestock enterprises in Sub-Saharan Africa, Proc. 2nd African feed resources network, Harare, Zimbabwe, 6-10 Dec. 1993. Nairobi, Kenya, AFRNET, p. 123-130.
12. MBAYAHAGA J., MANDIKI S.N.M., BISTER J.L., PAQUAY R., BANGIRINAMA L., BRANCKAERT R., 1994. Production et composition du lait de la chèvre locale burundaise et croissance des jeunes au pis. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **47** : 405-410.
13. MCDOWELL L.R., ELLIS G.L., CONRAD J.H., 1984. Supplémentation en sels minéraux pour le bétail élevé sur pâture sous les tropiques. *Revue mond. Zootech.*, **52** : 2-12.
14. MIAN OUDANANG K., 2000. Production laitière de la chèvre du Sahel tchadien et croissance des jeunes. In : Faye B. éd. sci., Symposium technique T1, Bilan et perspectives de programmes européens sur les petits ruminants en Afrique, Poitiers, France, 20 mai 2000. Montpellier, France, Cirad-emvt, p. 301-307.
15. MORAND-FEHR P., BAS P., BLANCHART G., DACCORD R., GIGER-REVERDIN S., GIHAD E.A., HADJIPANAYIOTOU M., MOWLEM A., REMEUF F., SAUVANT D., 1991. Influence of feeding on goat milk composition and technological characteristics. In: Morand-Fehr P. Ed., Goat nutrition. Wageningen, the Netherlands, PUDOC, p. 209-224.
16. MORAND-FEHR P., SAUVANT D., 1980. Composition and yield of goat milk as affected by nutritional manipulation. *J. Dairy Sci.*: 1671-1680.
17. MORAND-FEHR P., SAUVANT D., BRUN-BELLUT J., 1987. Recommandations alimentaires pour les caprins. *Bull. tech. Crzv Theix, Inra*, n° 70 : 213-222.
18. NIANOGO J.A., ILBOUDO C.P., 1993. Effect of energy level on milk production by Mossi ewes and Sahelian does. In: Proc. 2nd Biennial conference of the African small ruminant research network, Arhusa, Tanzani, 7-11 Dec. 1992. Nairobi, Kenya, ILRI, p. 197-201.
19. OUEDRAOGO Z., 1990. Aptitude de la chèvre du Sahel burkinabé à la production laitière. Influence du rang de mise bas, de l'alimentation et de la saison. Mémoire fin d'étude, Institut du développement rural, université d'Ouagadougou, Burkina Faso, 139 p.
20. OUEDRAOGO/LOMPO Z., SAWADOGO L., NIANOGO J.A., 2000. Influence du taux de graines de coton dans la ration sur la production et la composition du lait chez la chèvre du Sahel burkinabé. *Tropicicultura*, **18** : 32-36.
21. RIVIERE R., 1991. Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical. Maisons-Alfort, France, lemvt, 521 p.
22. ROUEL J., BOCQUIER F., CHILLIARD Y., 2000. Effet de la nature de la ration de base et de la complémentation sur les performances de la chèvre laitière. In: 7th International conference on goats, Tours, France, 15-21 May 2000. Versailles, France, Inra, p. 142-144.
23. ROUSSELOT M.C., 1997. Maîtrise et amélioration de la qualité nutritionnelle du lait de chèvre par l'alimentation. In : Freund G. éd. sci., Acte colloque Le lait de chèvre, un atout pour la santé, Niort, France, 7 nov. 1996. Versailles, France, Inra, p. 10-21.
24. SANFO R., 1998. Etude sur les caractéristiques morpho-biométriques et la productivité de la chèvre du Sahel burkinabé. Thèse MSc, IMTA, Anvers, Belgique, 57 p. (n° 67)
25. SAVADOGO M., 2000. Crop residue management in relation to sustainable land use. A case study in Burkina Faso. PhD Dissertation, Wageningen Agricultural University, The Netherlands, 159 p.
26. THEZENAS DU MONTCEL L., 1994. Les ressources fourragères et l'alimentation des ruminants domestiques en zone sud-sahélienne (Burkina Faso, Yatenga). Effets des pratiques de conduite. Thèse Doct. Sci., université Paris XI, Orsay. Paris, France, 262 p.
27. WAELTI P., KONE I., BARRY A., DIARRA M., NIANGADO O., 2003. Production laitière des petits ruminants, lutte contre la malnutrition et diversification des revenus dans la commune de Cinzana (Mali). *Etud. Rech. sci.*, Bamako, n° 8-9 : 117-125.
28. YONI T., 1989. Influence du taux de concentré sur la production laitière des brebis Mossi. Mémoire fin d'étude Ingénieur des techniques de développement rural, Institut de développement rural, université d'Ouagadougou, Burkina Faso, 89 p.
29. ZERBO L., 1993. Caractéristiques des stations de recherches agronomiques de Di, Katchari et Kouaré, rapport d'étude. Ouagadougou, Burkina Faso, Inera, 91 p.
30. ZOUNDI S.J., SAWADOGO L., NIANOGO J.A., 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.

Reçu le 24.05.2005, accepté le 26.01.2006

Summary

Gnanda I.B., Zoundi J.S., Nianogo A.J., Le Masson A., Meyer C. Dairy and Weight Performances of Burkinabe Sahelian Goats Fed a Diet Supplemented with Local Feed Resources

In dairy production, in addition to the indispensable contribution of nitrogenous and energetic nutrients, it is essential that animal needs in some minerals be covered. To investigate this proposition, 32 Burkinabe Sahelian does in third lactation, aged 4 to 4 and half years, were divided into four groups in order to evaluate the effect of four isonitrogenous supplementation diets, formulated by using local millet bran and cowpea hay, and differing from one another by the values of the ratios (i) digestible crude proteins/feed unit (122, 122, 133 and 153 for groups 1, 2, 3 and 4, respectively) and (ii) concentrate/fodder (1.27, 1.27, 0.5 and 0 for groups 1, 2, 3 and 4, respectively). Group 1, compared to group 2, received in addition to an isonitrogenous supplementation, *ad libitum* mineral supplementation. Milk yields, and weight performances of does and their kids were monitored for 13 to 14 weeks. The larger addition of concentrate (local bran) did not significantly affect goat milk production. However, it was noted that the concentrate globally helped increase by 11% total daily production (milk collected + milk consumed by the kids). It increased by over 40% when the quantity of milk collected was considered. The milk yields of goats that received mineral supplements (group 1) were significantly ($p < 0.05$) higher, with on average 358 ± 62 g vs 267 ± 70 , 215 ± 32 and 197 ± 76 g per animal and per day of collected milk for groups 2, 3 and 4, respectively. The milk composition in dry matter, fat, proteins and minerals was not significantly affected in the supplemented diets. However, the milk collected from groups 2, 3 and 4 had relatively higher fat and protein contents. The milk from group 1 was significantly more concentrated in lactose: 4.35% vs 3.9, 3.8 and 3.6% for groups 2, 3 and 4, respectively. Does' daily weight gains (DWGs) were $+7.6 \pm 15.9$, -18.3 ± 3.3 , -26.3 ± 31.1 and -23.7 ± 16.2 g for groups 1, 2, 3 and 4, respectively. Kids' DWGs were 50.7 ± 17.3 , 46.5 ± 22.5 , 39.1 ± 16.6 and 36.8 ± 14.2 g for those belonging to groups 1, 2, 3 and 4, respectively. The estimated consumption index values were 11.1 ± 3.9 , 11.6 ± 1.7 , 13.2 ± 2.0 and 13.9 ± 2.2 for kids in groups 1, 2, 3 and 4, respectively. This study showed that with the correct combination of local feed resources, it is possible to improve markedly the milk production of Sahelian goats, and to improve it significantly when it is associated with mineral supplementation.

Keywords: Burkinabe Sahelian goat – Kid – Milk production – Animal feeding – Supplement – Growth – Burkina Faso.

Resumen

Gnanda I.B., Zoundi J.S., Nianogo A.J., Le Masson A., Meyer C. Rendimientos lecheros y ponderales de la cabra del Sahel burkinabé en régimen de suplementación basado en la utilización de recursos alimenticios locales

En materia de producción lechera, además de los aportes indispensables en nutrientes proteicos y energéticos, es necesario que los animales tengan sus necesidades cubiertas en ciertos principios minerales. Para abordar esta problemática, 32 cabras del Sahel burkinabés en tercera lactancia y de edad variable entre 4 años y 4 años y medio se repartieron en cuatro lotes, con el fin de evaluar el impacto de cuatro raciones de suplementación isonitrogenadas, formuladas a base de afrecho local y de hojas secas de *niebe* y difiriendo entre ellas con valores MAD/UF (materia nitrogenada digerible por unidad forragera) (122, 122, 133 y 153 respectivamente para los lotes 1, 2, 3 y 4) y concentrado/forraje (1,27, 1,27, 0,5 y 0 respectivamente para los lotes 1, 2, 3 y 4). El lote 1, en comparación al lote 2, recibió además de la suplementación isonitrogenada, un complemento mineral *ad libitum*. La producción lechera y los rendimientos ponderales de la cabras, así como la de sus crías se siguieron durante 13 a 14 semanas. La incorporación más importante de concentrado (afrecho local) no tuvo efecto significativo sobre la producción lechera de las cabras. Sin embargo, se observó globalmente que el aporte de concentrado permitió un crecimiento de 11% en la producción total diaria (cantidad ordeñada + consumida por el cabrito). Este aumento fue de más d 40% cuando la cantidad de leche ordeñada fue considerada. El aporte del suplemento mineral a las cabras del lote 1 tuvo una incidencia significativamente positiva ($P < 0,05$) sobre la producción lechera de estas últimas, con un promedio por animal por día, de cantidad de leche ordeñada de 358 ± 62 g contra 267 ± 70 , 215 ± 32 y 197 ± 76 g respectivamente para los lotes 2, 3 y 4. La composición en extracto seco, materias grasas (MG), materias proteicas (MP) y materias minerales de la leche no fue significativamente influenciada por las raciones de complementos. Sin embargo, las leches obtenidas en los lotes 2, 3 y 4 fueron relativamente más ricas en MG y MP. La leche de las cabras del lote 1 fue significativamente más concentrada en lactosa: 4,35% contra 3,9, 3,8 y 3,6% respectivamente para los lotes 2, 3 y 4. Las ganancias promedio cotidianas (gpc) de las madres fueron de $+7,6 \pm 15,9$, $-18,3 \pm 3,3$, $-26,3 \pm 31,1$ y $-23,7 \pm 16,2$ g respectivamente para los lotes 1, 2, 3 y 4. Las gpc de las crías fue de $50,7 \pm 17,3$, $46,5 \pm 22,5$, $39,1 \pm 16,6$ y $36,8 \pm 14,2$ g respectivamente para los cabritos pertenecientes a los lotes 1, 2, 3 y 4. El índice de consumo evaluado dio valores de $11,1 \pm 3,9$, $11,6 \pm 1,7$, $13,2 \pm 2,0$ y $13,9 \pm 2,2$ respectivamente para las crías de los lotes 1, 2, 3 y 4. El estudio mostró que con una buena combinación de recursos alimenticios locales, se puede mejorar de forma importante la producción lechera de la cabra Sahariana en estación seca. Esta mejora es significativa si hay asociación de un complemento mineral.

Palabras clave: Cabra Saheliana burkinabe – Cabrito – Producción lechera – Alimentación de los animales – Suplemento – Crecimiento – Burkina Faso.

Production et composition du lait de brebis : effets de l'apport de lipides protégés

A. Gargouri ¹

Mots-clés

Ovin – Lait de brebis – Lipide – Composition chimique – Agneau – Croissance – Tunisie.

Résumé

Une base de données sur les effets de l'apport des lipides protégés (savons de calcium à base d'huile de palme principalement) a été constituée pour qualifier la réponse de la production et de la composition du lait chez les brebis laitières. D'une façon générale, l'incorporation de ce type de supplément n'affecte pas la quantité de lait commercialisable, entraîne une augmentation du taux butyreux (+ 21 p. 100) et une dépression du taux protéique (- 4 p. 100). Ces réponses sont très variables et dépendent de la quantité de supplément lipidique et du stade de lactation des brebis. Les meilleures réponses sont observées avec un niveau d'ingestion de savon calcique proche de 150 g/jour/brebis administrés en début de lactation. La composition en acides gras du lait est presque toujours modifiée par les lipides protégés, avec notamment une diminution de la proportion des acides gras courts et moyens, et un accroissement des acides gras longs. La vitesse de croissance des agneaux élevés par les brebis supplémentées n'est pas modifiée durant la période d'allaitement.

■ INTRODUCTION

L'utilisation des lipides protégés dans la ration des brebis, par analogie avec ce qui se fait chez les vaches laitières, devient de plus en plus fréquente en élevage ovin. Les objectifs, au-delà d'augmenter la densité énergétique de la ration, en particulier en début de lactation, sont d'accroître la quantité totale de matière utile sécrétée dans le lait et par conséquent le rendement fromager, et d'agir sur les propriétés technologiques et organoleptiques des produits par la modification de la composition en acides gras du lait par transfert direct de certains acides gras issus des matières grasses protégées (4, 24, 29).

Cependant, les études concernant l'incorporation des lipides protégés dans la ration des brebis sont beaucoup moins nombreuses que celles qui existent pour les vaches laitières. Néanmoins, quelques équipes, surtout espagnoles, se sont intéressées à ces questions. L'objectif de ce travail de synthèse a été de dégager les lois

de réponse de l'apport des lipides protégés, essentiellement savons de calcium d'acides gras (Scag), dans la ration des brebis laitières à partir d'une base de données bibliographiques.

■ MATERIEL ET METHODES

Réalisation de la base bibliographique

La base bibliographique a été constituée en prenant les publications écrites par 11 auteurs différents, de 1986 à 2004. Ainsi, ont été retenus dans cette base tous les articles publiés comparant un traitement « témoin non complémenté par les lipides protégés » à au moins un traitement « complémenté » chez les brebis en production. Au total, 18 essais ont répondu à ce critère et ont été intégrés à la base qui totalise ainsi 46 réponses de production laitière, 47 réponses de taux butyreux et 43 réponses de taux protéique. Les principaux résultats zootechniques émanant de ces études sont résumés dans le tableau I. La réponse d'un « paramètre » à l'apport de lipides protégés a été définie comme la différence de ce paramètre entre le lot expérimental et le lot témoin non complémenté. Cette variable, nommée « delta paramètre » et notée ΔP (Δ Lait pour la production laitière brute, ΔTB pour le taux butyreux et ΔTP pour le taux protéique), a été la principale variable analysée.

1. Faculté des Sciences, département des Sciences de la vie, BP 802, 3018 Sfax, Tunisie
Tél. : +216 98 29 81 53 ; fax : +216 74 27 44 37
E-mail : Ahmed.Gargouri@fss.rnu.tn

Tableau I

Effet de l'apport de savons de calcium d'acides gras (Scag) sur la production et la composition du lait de brebis pendant les phases d'allaitement et traite

Référence	Race	Etat	SL (j)	Conc. (g/l)	Scag		Production		Composition			
					(g/l)	%CC	Lait (ml/j)	ΔLait	TB (g/l)	ΔTB	TP (g/l)	ΔTP
Appedu et coll., 2004	PP ¹	Allaitement	28	-	0	0	2 480	-	99,0	-	47,0	-
					100	-	2 390	-90	121,0	22,0	46,0	-1,0
					0	0	2 230	-	83,0	-	47,0	-
					116	-	2 330	100	114,0	31	46,0	-1,0
Casals, 1992	MN ²	Allaitement	15	1 000	0	0	1 531	-	72,1	-	50,0	-
					50	5	1 497	-34	77,3	5,2	48,6	-1,4
					100	10	1 742	211	93,2	21,1	48,9	-1,1
					150	15	1 677	146	86,6	14,5	49,6	-0,4
					200	20	1 623	92	104,4	32,3	49,4	-0,6
Casals et coll., 1999	MN	Allaitement	15	800	0	0	1 631	-	73,9	-	52,2	-
					160	20	1 566	-65	96,6	22,7	50,2	-2,0
					0	0	1 807	-	74,1	-	51,4	-
					160	20	1 530	-277	103,5	29,4	49,8	-1,6
Espinoza et coll., 1998	PB ³	Allaitement	60	900	0	0	-	-	32,0	-	53,0	-
					50	5,5	-	-	34,0	2,0	53,0	0,0
			60	900	0	0	-	-	33,0	-	50,0	-
					50	5,5	-	-	50,0	17,0	49,0	-1,0
Horton et coll., 1992	DT ⁴	Allaitement	21	1 000	0	0	2 325	-	37,9	-	42,5	-
					150	15	2 236	-89	52,8	14,9	39,9	-2,6
			21	1 000	0	0	1 879	-	38,2	-	50,2	-
					150	15	1 823	-56	53,5	15,3	48,2	-2,0
			28	1 000	0	0	2 355	-	-	-	46,9	-
					75	7,5	2 325	-30	-	-	43,9	-3,0
					150	15	2 203	-152	-	-	46,7	-0,2
					300	30	2 191	-164	-	-	38,8	-8,1
			56	1 000	0	0	1 980	-	49,8	-	54,7	-
					75	7,5	1 937	-43	56,6	6,8	52,1	-2,6
150	15	1 827			-153	55,8	6,0	52,8	-1,9			
300	30	1 442			-538	57,2	7,4	45,0	-9,7			
Pérez Alba et coll., 1997	MN	Allaitement	24	870	0	0	1 950	-	73,0	-	44,0	-
					145	16,6	1 860	-90	82,0	9,0	43,6	-0,4
Pérez- Hernández et coll., 1986	FD ⁵	Allaitement	15	-	0	0	2 500	-	67,0	-	-	-
					250	-	2 590	90	93,0	26,0	-	-
					0	0	2 500	-	67,0	-	-	-
					250	-	2 170	-330	93,0	26,0	-	-
			15	-	0	0	3 222	-	77,3	-	-	-
					75	-	3 260	38	88,7	11,4	-	-
					150	-	3 400	178	99,3	22,0	-	-
					0	0	3 680	-	78,0	-	-	-
75	-	3 770	90	79,0	1,0	-	-					
150	-	3 790	110	88,0	10,0	-	-					

Tableau I (suite)

Référence	Race	Etat	SL (j)	Conc. (g/l)	Scag		Production		Composition			
					(g/j)	%CC	Lait (ml/j)	ΔLait	TB (g/l)	ΔTB	TP (g/l)	ΔTP
Casals, 1992	MN	Traite	46	800	0	0	1 057	-	57,9	-	55,9	-
					160	20	1 046	-11	84,6	26,7	52,7	-3,2
					0	0	1 051	-	61,7	-	57,0	-
					160	20	860	-191	82,2	20,5	54,5	-2,5
Casals, 1992	MN	Traite	46	1 000	0	0	979	-	71,6	-	53,0	-
					50	5	979	0	80,1	8,5	51,7	-1,3
					100	10	917	-62	91,9	20,3	54,4	1,4
					150	15	969	-10	84,8	13,2	50,4	-2,6
					200	20	926	-53	92,0	20,4	52,3	-0,7
Casals, 1992	MN	Traite	77	800	0	0	820	-	71,8	-	58,1	-
					40	5	948	128	78,3	6,5	56,7	-1,4
					80	10	756	-64	88,5	16,7	57,6	-0,5
					120	15	851	31	86,9	15,1	53,7	-4,4
					160	20	781	-39	91,2	19,4	54,5	-3,6
Casals, 1992	MN	Traite	81	600	0	0	782	-	74,0	-	60,2	-
					120	20	840	58	95,9	21,9	55,6	-4,6
					0	0	738	-	79,5	-	63,0	-
					120	20	694	-44	100,1	20,6	59,3	-3,7
Casals, 1992	MN	Traite	126	600	0	0	545	-	96,3	-	68,0	-
					120	20	576	31	104,4	8,1	58,0	-10
	MN	Traite	126	600	0	0	535	-	103,4	-	69,1	-
					120	20	540	5	109,5	6,1	60,5	-8,6
Casals, 1992	MN	Traite	126	600	0	0	574	-	77,4	-	63,7	-
					30	5	655	81	87,1	9,7	65,0	1,3
					60	10	541	-33	99,0	21,6	64,3	0,6
					90	15	540	-34	91,2	13,8	58,7	-5,0
					120	20	557	-17	96,5	19,1	59,7	-4,0
Cuartero et coll., 1992	MN	Traite	100	-	0	0	451	-	92,0	-	-	-
					75	-	461	10	104,0	12	-	-
Font, 1991	MN	Traite	98	600	0	0	505	-	99,7	-	64,8	-
					72	12	529	24	105,0	5,3	61,0	-3,8
			126	600	0	0	445	-	102,9	-	67,0	-
					72	12	481	36	113,0	10,1	65,6	-1,4
McKusick et coll., 1999	FE ⁶	Traite	40	-	0	0	2 970	-	44,9	-	54,2	-
					100	-	2 870	-100	56,6	11,7	49,9	-4,3
Pérez Alba et coll., 1997	MN	Traite	53	1 200	0	0	1 400	-	64,9	-	51,4	-
					200	16,6	1 560	160	68,1	3,2	48,9	-2,5
Rotunno et coll., 1998	CN ⁷	Traite	110	910	0	0	-	-	89,8	-	63,9	-
					36	4	-	-	88,0	-1,8	59,2	-4,7
					72	8	-	-	92,1	2,3	59,8	-4,1

SL : stade de lactation ; Conc. : concentré ; %CC : proportion de Scag dans le concentré

TB : taux butyreux ; TP : taux protéique

¹ Polypay ; ² Manchega ; ³ Pelibuey ; ⁴ Dorset ; ⁵ Finn Dorset ; ⁶ Frisonne de l'Est ; ⁷ Comisana

Traitement des données et analyses statistiques

L'ensemble des données de la base bibliographique a été traité à partir du logiciel Spss (version 13) spécialisé dans les régressions. Un premier type de modèle n'a pris en compte que l'effet de la dose de lipides protégés pour expliquer les réponses de chaque variable. Afin d'améliorer la précision du modèle, ont été intégrées ensuite les autres variables, telles que le stade de lactation, la production initiale, le TB initial et le TP initial qui semblaient expliquer une partie importante des variations de la réponse. Plusieurs types de régressions ont été analysées (simples, polynomiales, multiples) ; les plus significatives ($P < 0,05$) ont été retenues, ainsi que celles qui présentaient le coefficient de détermination (R^2) le plus élevé.

■ RESULTATS ET DISCUSSION

Comme pour les vaches laitières, la réponse à l'incorporation des lipides protégés sur les paramètres productifs des brebis est variable en conditions expérimentales. Dans ce qui suit, l'auteur a essayé d'étudier les réponses en fonction des quantités de lipides protégés ingérées, du stade de lactation et des TB et TP initiaux. Dans cette analyse, il n'a pas été possible d'aborder les effets des composants de la ration de base sur ces réponses par manque de données chiffrées dans les publications. Dans le tableau II, sont récapitulées les caractéristiques des variables et des paramètres analysés. Dans ces études, les TB et TP moyens des laits d'allaitement ont été supérieurs à ceux de la traite, inversement à la production laitière brute. Afin de consolider la précision des régressions, les données des phases d'allaitement et de traite ont été rassemblées pour être analysées conjointement.

Production laitière

Les réponses de la production laitière brute suite à l'incorporation des Scag dans la ration des brebis sont relativement variables et présentent, comme pour le cas des vaches laitières, autant de cas positifs (43 p. 100) que négatifs (57 p. 100, tableau I). En moyenne

brute, l'effet est faible et négatif (-25 ml/j). Selon Casals (5), l'absence de réponse de production de lait peut être attribuée à la variabilité individuelle et au faible nombre de brebis disponibles par étude. D'autre part, il est possible que le potentiel laitier des brebis utilisées soit insuffisant pour mettre en évidence un effet positif des lipides protégés sur le bilan énergétique comme pour le cas des vaches laitières (10).

Effet du niveau des apports

L'analyse des résultats du tableau I a permis d'établir une relation curvilinéaire entre la variation de la production laitière (PL) brute et le niveau quantitatif des apports (figure 1) :

$$\Delta PL \text{ (ml/j)} = 0,6568 \cdot \text{Scag} \text{ (g/j)} - 0,0053 \cdot \text{Scag}^2 \text{ (g/j)}$$

$$(n = 46, R^2 = 0,258, P < 0,01) [1]$$

$$(\pm 0,3414, P > 0,05) (\pm 0,0017, P < 0,01)$$

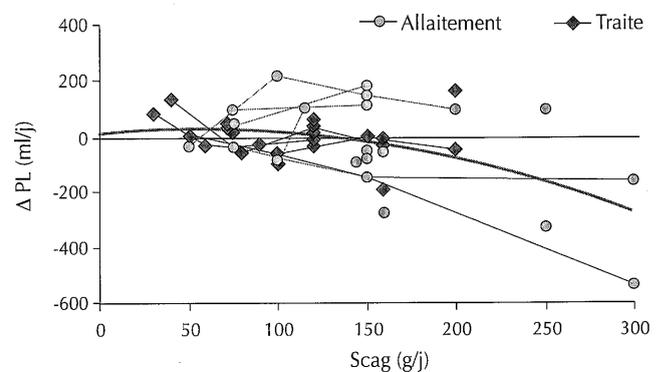


Figure 1 : variation de la production laitière (PL) brute en fonction de la quantité de savons de calcium d'acides gras (Scag) apportée dans la ration.

Tableau II

Caractéristiques des variables analysées dans les bases bibliographiques

Variable	Période d'allaitement					Période de traite				
	n	Moyenne	ET	Min	Max	n	Moyenne	ET	Min	Max
Scag (g/j)	25	143	72,2	50	300	25	105	48,0	30	200
Stade de lactation (j)	25	27	16,5	15	60	25	86	32,8	40	126
Production lait témoin	23	2 271	650	1 531	3 680	23	868	518	445	2 970
Production lait exp.	23	2 225	706	1 442	3 790	23	864	504	461	2 870
Δlait	23	-46	176	-538	211	23	-4	74	-191	160
TB initial	22	64,8	18,0	32,0	99,0	25	77,6	14,2	44,9	103,4
TB expérimental	22	80,9	23,3	34,0	121,0	25	90,8	12,5	56,6	113
ΔTB (g/l)	22	16,0	9,6	1,0	32,3	25	13,2	7,4	-1,8	26,7
TP initial	19	49,6	3,5	42,5	54,7	24	59,9	5,3	51,4	69,1
TP expérimental	19	47,4	3,9	38,8	53,0	24	56,8	4,7	48,9	65,6
ΔTP (g/l)	19	-2,1	2,5	-9,7	0	24	-3,1	2,7	-10,0	1,4

Scag : savons de calcium d'acides gras

Δlait : variation de la production ; ΔTB : variation du taux butyreux ; ΔTP : variation du taux protéique

n : nombre de données disponibles ; ET : écart-type de la variable

Min : valeur minimale de la variable ; Max : valeur maximale de la variable

De cette relation, on peut conclure que les lipides protégés n'ont pas d'effet sur la production laitière des brebis lorsqu'ils sont apportés à des doses modérées (au-dessous de 100 g/j) ou quand les lipides ajoutés représentent 3-5 p. 100 de la ration (tableau I). En revanche, les réponses négatives sont observées avec des doses plus élevées (au-delà de 150 g/j, figure 1) ou quand le supplément représente plus de 6 p. 100 de la matière sèche de la ration. Dans la plupart des cas, la baisse de la production laitière est principalement attribuée à la diminution de consommation d'énergie par les animaux supplémentés (19, 21, 24). Dans certaines études où la consommation d'énergie est accrue par l'apport de fortes quantités de Scag (supérieures à 160 g/j), la production laitière a même été améliorée. Ceci ne fait que confirmer la forte relation qui existe entre la production laitière et la consommation d'énergie (7, 19, 24, 28).

Effet du stade de lactation

L'analyse conjointe des résultats de la bibliographie (tableau I) n'a pas permis d'établir une relation significative entre la variation de la production laitière brute selon le stade de lactation des brebis supplémentées (n = 46, R² = 0,008, P > 0,05). De même, l'introduction de ce paramètre dans l'équation [1] n'a pas permis d'améliorer la précision :

$$\Delta PL \text{ (ml/j)} = 0,8489 \cdot \text{Scag} \text{ (g/j)} - 0,0059 \cdot \text{Scag}^2 \text{ (g/j)} - 0,2380 \cdot \text{SL} \text{ (j)}$$

(n = 46, R² = 0,264, P < 0,01) [2]

(± 0,4765, P > 0,05) (± 0,0020, P < 0,01) (± 0,4084, P > 0,05)

L'absence de réponse de production de lait brute a été mentionnée, que ce soit durant la période d'allaitement (1, 7, 25) ou durant la traite (6, 8).

Taux butyreux du lait

Dans la plupart des références bibliographiques disponibles, on signale un effet positif des Scag sur le TB du lait de brebis (4, 7, 29). Cependant, il faut signaler que cette réponse dépend aussi du taux d'incorporation de ces lipides, des constituants de la ration, du niveau de production et du stade de lactation des brebis et de leur état nutritionnel (3, 4).

Effet du niveau des apports

Une grande partie de la variabilité de la réponse du TB du lait peut être reliée à la dose de lipides protégés ingérée. Selon Casals et coll. (6), et Schmidely et Sauvart (29), il existe généralement une relation curvilinéaire entre ces deux paramètres. En effet, l'analyse des résultats du tableau I confirme ces observations (figure 2) :

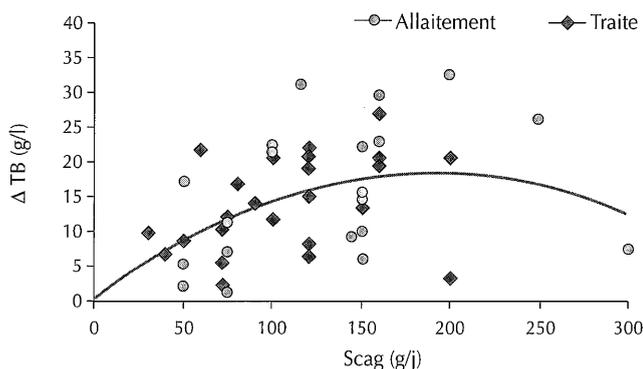


Figure 2 : variation du taux butyreux (TB) du lait en fonction de la quantité de savons de calcium d'acides gras (Scag) selon le stade physiologique des brebis.

$$\Delta TB \text{ (g/l)} = 0,1904 \cdot \text{Scag} \text{ (g/j)} - 0,0005 \cdot \text{Scag}^2 \text{ (g/j)}$$

(n = 47, R² = 0,276, P < 0,001) [3]

(± 0,0228, P < 0,001) (± 0,0001, P < 0,001)

Selon cette équation, la réponse maximale chez la brebis (+ 18 g/l) est ainsi atteinte dès l'apport de 190 g/j de Scag (dérivée de l'équation [2] = 0). Ces valeurs sont un peu plus élevées que celles rapportées par Bocquier et Caja (3), et Schmidely et Sauvart (29) mais comparables à celles de Casals (5), et Horton et coll. (21). Selon Casals (5), et Casals et coll. (6), le meilleur effet sur le TB du lait est obtenu quand le niveau d'inclusion des lipides protégés apporte à peu près 10 p. 100 de l'énergie consommée. Cependant, quand le niveau d'apport est très élevé (> 250 g/j/brebis), le TB du lait commence à diminuer, indiquant l'existence d'un effet de saturation de la réponse (figure 2).

La production totale de matières grasses évolue aussi de forme quadratique avec le niveau d'apport :

$$\Delta MGT \text{ (g/j)} = 0,3033 \cdot \text{Scag} \text{ (g/j)} - 0,0008 \cdot \text{Scag}^2 \text{ (g/j)}$$

(n = 43, R² = 0,102, P < 0,05) [4]

(± 0,0677, P < 0,001) (± 0,0004, P < 0,05)

De cette relation, le meilleur rendement peut être obtenu avec un apport journalier de Scag proche aussi de 190 g/j (dérivée de l'équation [3] = 0).

Ces résultats ainsi que ceux concernant la production laitière et le TB montrent qu'il serait possible d'optimiser la quantité de Scag apportée en fonction, d'une part, du coût économique de ces matières premières et, d'autre part, des objectifs zootechniques souhaités : accroître la production laitière (Scag < 120 g/j) ou le TB et la MG sécrétée (Scag ≈ 200 g/j).

Effet du stade de lactation

Sur la figure 3 est représentée l'évolution de la réponse du TB du lait à l'incorporation des Scag en fonction du stade de lactation. La relation suivante a pu être établie :

$$\Delta TB \text{ (g/l)} = 18,77 - 0,0728 \cdot \text{SL} \text{ (j)}$$

(n = 47, R² = 0,116, P < 0,05) [5]

(± 2,09, P < 0,001) (± 0,0299, P < 0,05)

Selon cette relation, il en résulte que les réponses les plus marquées sont obtenues en début de lactation chez la brebis, tandis que les essais de milieu ou de fin de lactation induisent des réponses faibles. Ces résultats confirment ceux obtenus antérieurement par Casals et coll. (8), et Perez Alba et coll. (24). Selon ces auteurs, le meilleur

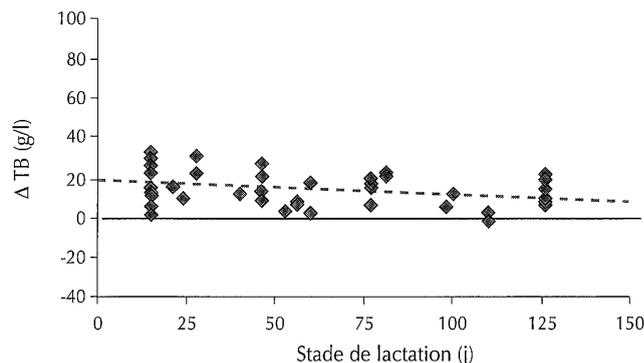


Figure 3 : réponse du taux butyreux (TB) du lait à l'apport de savons de calcium d'acides gras (Scag) selon le stade de lactation.

rendement est obtenu durant la période d'allaitement (0-5 semaines de lactation), avec un accroissement de 15 g de TB/l pour chaque 100 g de Scag apporté dans le concentré. Ces réponses peuvent s'interpréter comme une meilleure efficacité du transfert des acides gras (AG) alimentaires vers la mamelle en début de lactation et/ou une plus grande efficacité de leur transfert vers le tissu adipeux en milieu de lactation afin de reconstituer les réserves corporelles (11).

Dans la plupart des études, les compositions des rations et les caractéristiques des animaux (poids vif, variation de poids), souvent faiblement renseignées, n'ont pas permis de calculer le bilan énergétique des animaux sur un nombre suffisant d'essais. Cependant, en considérant les variations de poids ou les niveaux d'ingestion pour ces essais en début de lactation, les réponses les plus faibles du TB et de la matière grasse sont obtenues lorsque les apports énergétiques sont les plus élevés (25) ou lorsque les variations de poids sont les plus faibles (21, 24). Ces résultats couplés à la faible réponse en milieu de lactation suggèrent que, chez la brebis, le bilan énergétique module l'efficacité de l'utilisation des matières grasses alimentaires, probablement au travers de la modulation des activités respectives de la lipoprotéine lipase dans la mamelle et le tissu adipeux (29).

Enfin, il faut signaler l'absence d'interaction significative entre le stade de lactation et la quantité de Scag chez la brebis. Selon l'étude de Schmidely et Sauviant (29), la variabilité de ces réponses peut être attribuée à différents facteurs, comme le niveau de production laitière, le TB du lait des animaux témoins ou le bilan énergétique. Dans cette étude, la considération du TB initial (T_{Bi}) et de la PL initiale (PL_i) n'a pas amélioré la précision du modèle, indiquant leur faible incidence sur la variabilité de la réponse du TB :

$$\Delta TB \text{ (g/l)} = 0,2001 \cdot \text{Scag} \text{ (g/j)} - 0,0005 \cdot \text{Scag}^2 \text{ (g/j)} - 0,0091 \cdot \text{TBi} \text{ (g/l)}$$

(n = 47, R² = 0,277, P < 0,01) [6]

$$(\pm 0,0534, P < 0,001) (\pm 0,0002, P < 0,05) (\pm 0,0450, P > 0,05)$$

$$\Delta TB \text{ (g/l)} = 0,2097 \cdot \text{Scag} \text{ (g/j)} - 0,0005 \cdot \text{Scag}^2 \text{ (g/j)} - 0,0008 \cdot \text{PLi} \text{ (ml/j)}$$

(n = 43, R² = 0,217, P < 0,05) [7]

$$(\pm 0,0319, P < 0,001) (\pm 0,0001, P < 0,001) (\pm 0,0012, P > 0,05)$$

Taux protéique du lait

Comme pour le cas des vaches laitières, les Scag affectent négativement le TP du lait de brebis (tableau I). Les causes possibles de cette diminution sont discutées dans plusieurs revues consacrées aux vaches laitières (10, 23). Selon les résultats du tableau I, la réponse dépend de la dose de lipides et du stade de lactation.

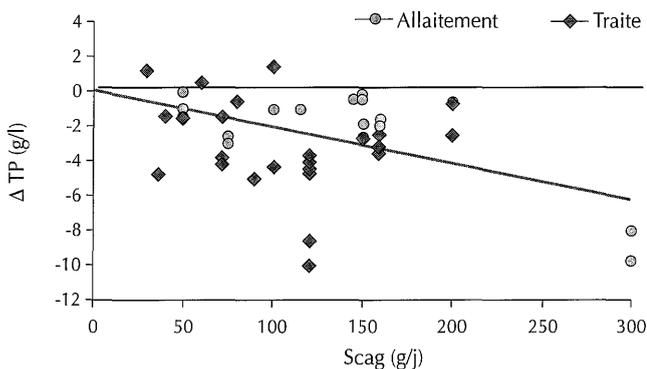


Figure 4 : variation du taux protéique (TP) du lait en fonction de la quantité de savons de calcium d'acides gras (Scag) selon le stade physiologique des brebis.

Effet du niveau des apports

Sur la figure 4 est représentée la variation du TP du lait en fonction des quantités de Scag consommées par les brebis. La relation obtenue est la suivante :

$$\Delta TP \text{ (g/l)} = -0,0210 \cdot \text{Scag} \text{ (g/j)}$$

(n = 43, R² = 0,144, P < 0,001) [8]

$$(\pm 0,0028, P < 0,001)$$

Il existe donc une relation linéaire et négative entre le TP du lait et le niveau d'ingestion de Scag chez les ovins laitiers. C'est avec des doses modérées (inférieures à 100 g/j) que la diminution du TP du lait de brebis est moins importante. En revanche, les réponses les plus négatives sont observées avec une ingestion de Scag supérieure à 150 g/j (figure 4).

En tenant compte de la réponse de la quantité totale de matières protéiques du lait avec l'ingestion de Scag, on obtient la relation suivante :

$$\Delta \text{MPT} \text{ (g/j)} = 0,0236 \cdot \text{Scag} \text{ (g/j)} - 0,0004 \cdot \text{Scag}^2 \text{ (g/j)}$$

(n = 39, R² = 0,458, P < 0,001) [9]

$$(\pm 0,0215, P > 0,05) (\pm 0,0001, P < 0,001)$$

De cette relation, on peut considérer que le rendement protéique n'est pas affecté par l'apport des Scag jusqu'à des valeurs d'ingestion supérieures à 50 g/j.

Effet du stade de lactation

L'analyse des résultats du tableau I permet d'obtenir la relation suivante :

$$\Delta TP \text{ (g/l)} = -1,30 - 0,0221 \cdot \text{SL} \text{ (j)}$$

(n = 43, R² = 0,104, P < 0,05) [10]

$$(\pm 0,730, P > 0,05) (\pm 0,0102, P < 0,05)$$

L'effet négatif des lipides protégés sur le TP ne se manifeste généralement qu'en pleine lactation chez les brebis laitières (figure 5). Il ressort donc, comme pour le cas des vaches laitières (9, 20), que le stade physiologique de la brebis joue un rôle important sur la réponse du TP aux apports lipidiques. Ces observations ont été aussi signalées par Casals et coll. (8), et Espinoza et coll. (13), qui n'ont pas observé de diminution de la teneur en protéines du lait durant les périodes d'allaitement et de début de lactation. A partir de la seconde moitié de lactation, ces auteurs ont observé un effet négatif de type linéaire (-2,5 g/l de lait pour chaque 100 g de Scag) qui a été plus évident en fin de lactation.

En tenant compte de la dose et du stade de lactation ensemble, on peut établir la relation suivante :

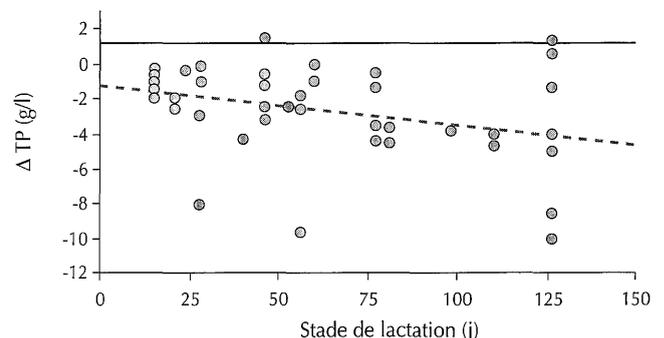


Figure 5 : réponse du taux protéique (TP) du lait à l'apport de savons de calcium d'acides gras selon le stade de lactation.

$$\Delta TP \text{ (g/l)} = -0,0138 \cdot \text{Scag} \text{ (g/j)} - 0,0203 \cdot \text{SL} \text{ (j)}$$

(n = 43, R² = 0,318, P < 0,001) [11]

$$(\pm 0,0033, P < 0,001) (\pm 0,0063, P < 0,01)$$

De cette relation, on peut conclure que la réponse du TP du lait à l'incorporation des Scag est fonction du niveau des apports et du stade de lactation.

Finalement, on doit signaler que les essais pour éviter la dépression protéique due aux lipides alimentaires ont été peu étudiés chez les ovins laitiers. On peut citer ceux de Casals et coll. (7), et Goulas et coll. (19) qui ont étudié l'effet d'une augmentation de la proportion de protéines non dégradables dans la ration supplémentée avec des Scag. Cette dépression n'a pu être que partiellement réduite durant la période centrale de lactation.

Vitesse de croissance des agneaux

Les études concernant l'utilisation des lipides protégés dans la ration des brebis allaitantes sont peu nombreuses (1, 7, 13, 16, 24, 25). En général, l'amélioration de la vitesse de croissance des agneaux des brebis supplémentées est faible et parfois nulle malgré l'augmentation du contenu énergétique du lait consommé par les agneaux. Casals (5) explique cette faible réponse par une possible réduction de la digestibilité de certains AG à chaîne longue du lait (par ex. palmitique et oléique) chez les jeunes agneaux. D'autre part, il faut signaler que le profil des AG du lait consommé par ces agneaux est modifié par les apports lipidiques, avec notamment une diminution des AG à chaîne courte et moyenne (18, 24). Or, il est connu que les jeunes agneaux digèrent mieux les AG courts que longs (2), ce qui peut expliquer en partie la faible amélioration de leur vitesse de croissance.

Gargouri (16), et Sanz Sampelayo et coll. (27) signalent que le facteur limitant pour la croissance des préruminants est l'ingestion de protéines et non pas d'énergie. La diminution du TP du lait, observée dans la plupart des cas avec l'emploi des Scag, peut expliquer aussi l'absence de réponse chez les agneaux.

Composition en acides gras du lait

Les matières grasses du lait des ruminants se caractérisent par leur contenu élevé en AG saturés comme conséquence de l'hydrogénation ruminale des AG polyinsaturés. L'un des buts de l'incorporation des lipides protégés dans la ration des ruminants est de pouvoir manipuler la composition des AG du lait en vue d'augmenter la teneur en AG insaturés pour en faire un produit qui répond mieux aux critères technologiques, nutritionnels, organoleptiques et sanitaires des matières grasses laitières (29).

Les matières grasses qui échappent aux modifications du rumen représentent un outil efficace pour modifier la nature et les proportions relatives des acides gras de la matière grasse du lait. Étant donné que ces lipides sont protégés contre l'hydrolyse et l'hydrogénation au niveau du rumen, leur introduction dans la ration provoque généralement une augmentation du pourcentage des AG de même longueur de chaîne que ceux ajoutés au régime. Compte tenu de la richesse en AG insaturés à 18 atomes de carbone de la plupart de ces lipides, les proportions de la matière grasse du lait dans ces AG et dans leurs isomères sont généralement augmentées. C'est ainsi que l'incorporation des savons de calcium riches en acides palmitique (C16:0) et oléique (C18:1) peut améliorer de 14 à 20 p. 100 la proportion de ces deux AG dans le lait de brebis (17, 20, 26). En revanche, on assiste à une forte diminution des teneurs en acides gras courts et moyens du lait (figure 6). Comme conséquence de ces modifications, la proportion des acides gras monoinsaturés est accrue au détriment des saturés.

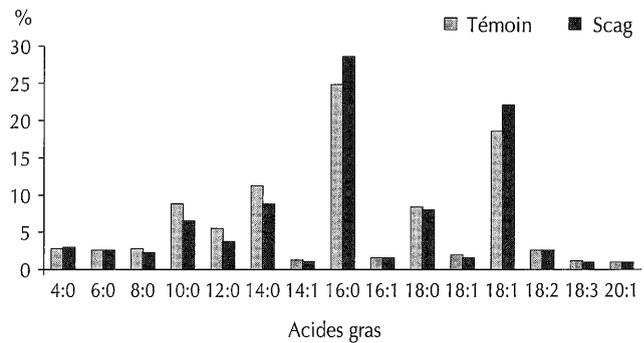


Figure 6 : effet des savons de calcium d'acides gras (Scag) sur la composition en acides gras du lait de brebis (d'après Gargouri et coll., 1997, ITEA Prod. Anim.).

Les effets des suppléments lipidiques sur le profil des AG du lait doivent être pris en considération étant donné les modifications qu'ils peuvent engendrer sur les propriétés physiques ou chimiques de la matière grasse du lait. Cependant, il ne faut pas oublier que les laits riches en AG insaturés peuvent présenter des problèmes d'oxydation et des altérations du goût (15, 30).

CONCLUSION

Les variations des performances des brebis laitières résultant de la complémentation en matières grasses protégées de la ration ont été compilées et la littérature existante sur les savons calciques a été passée en revue. Les résultats montrent que l'utilisation de ce type de supplément n'affecte pas le volume de lait produit mais entraîne en général une augmentation du TB et une diminution du TP du lait. La réponse de ces deux taux dépend de la dose de lipides et du stade de lactation des brebis.

La composition en AG du lait de brebis est presque toujours affectée par les lipides alimentaires, avec notamment une diminution de la proportion des acides gras à chaîne courte et moyenne, et une augmentation des acides gras à chaîne longue. Les lipides protégés qui échappent à la biohydrogénation au niveau du rumen peuvent donc représenter un moyen intéressant pour changer la composition en AG du lait des brebis, que ce soit pour améliorer sa qualité technologique ou diététique.

BIBLIOGRAPHIE

1. APPEDU L.A., ELY D.G., AARON D.K., DEWEESE W.P., FINK E., 2004. Effects of supplementing with calcium salts of palm oil fatty acids or hydrogenated tallow on ewe milk production and twin lamb growth. *J. Anim. Sci.*, **82**: 2780-2789.
2. BAUCHART D., 1981. Digestion comparée des lipides chez les ruminants et les monogastriques. *Bull. tech. Crzv Theix*, **46**: 45-55.
3. BOCQUIER F., CAJA G., 1993. Recent advances on nutrition and feeding of dairy sheep. In: Proc. 5th Symp. Machine milking of small ruminants, Budapest, Hungary, 14-20 May. *Hung. J. Anim. Prod.*, **1** (Suppl.): 580-607.
4. BOCQUIER F., CAJA G., 2001. Productions et composition du lait de brebis : effets de l'alimentation. *Prod. Anim.*, **14**: 129-140.
5. CASALS R., 1992. Efectos de la utilización de lípidos protegidos en la alimentación de ovejas de ordeño durante los periodos de lactación y cubrición. Thèse Doct. vét., UAB, Barcelone, Espagne, 186 p.
6. CASALS R., CAJA G., GUILLOU D., TORRE C., SUCH X., 1992. Influence of dietary levels of calcium soaps of long chain fatty acids on lactational performance of dairy ewes. *J. Dairy Sci.*, **75**: 174.
7. CASALS R., CAJA G., SUCH X., TORRE C., CALSAMIGLIA S., 1999. Lactational effects of calcium soaps and undegraded intake protein on dairy ewes. *J. Dairy Res.*, **66**: 177-191.

8. CASALS R., CAJA G., SUCH X., TORRE C., FABREGAS X., 1992. Lactational evaluation of effects of calcium soaps and undegraded intake protein on dairy ewes. *J. Dairy Sci.*, **75**: 174.
9. CHILLIARD Y., DOREAU M., FERLAY A., 1989. Les matières grasses, une source d'énergie pour les vaches laitières. *Prod. lait. mod.*, **190**: 67-68.
10. CHILLIARD Y., GAGLIOSTRO G., FLECHET J., LEFAIVRE J., SEBASTIAN I., 1991. Duodenal rapessed oil infusion in early and midlactation cows. 5. Milk fatty acids and adipose tissue lipogenic activities. *J. Dairy Sci.*, **74**: 1844-1854.
11. CHILLIARD Y., DOREAU M., GAGLIOSTRO G., ELMEDDAH Y., 1993. Addition de lipides protégés (encapsulés ou savons de calcium) à la ration de vaches laitières. Effets sur les performances et la composition du lait. *Prod. Anim.*, **6**: 139-150.
12. CUARTERO T.J.R., PEREZ-SEMPERE MATARREDONDA J.I., GOMEZ MARTINEZ V., OTAL SALAVERRY J., 1992. El empleo de la grasa by-pass en la alimentación de la oveja manchega durante el ordeño. Castilla-La-Mancha, España, Conserjería de Agricultura de la Junta de Comunidades, 13 p.
13. ESPINOZA J.L., LOPEZ-MOLINA O., RAMIREZ-GODINEZ J.A., JIMENEZ J., FLORES A., 1998. Milk composition, postpartum reproductive activity and growth of lambs in Pelibuey ewes fed calcium soap of long chain fatty acids. *Small Ruminant Res.*, **27**: 119-124.
14. FONT F., 1991. Effets de l'apport de lipides protégés sur la composition du lait de brebis de race Manchega et des fromages. Mémoire DAA, Ensa, Rennes, France, 71 p.
15. FRAGA M.J., PEREZ P., 1987. Utilización de grasa en la alimentación. *Bovis*, **16**: 45-55.
16. GARGOURI A., 1997. Efectos de la utilización de jabones calcicos de acidos grasos de cadena larga en ovejas lecheras durante los periodos de cria y ordeño. Thèse Doct. vét., UAB, Barcelone, Espagne, 174 p.
17. GARGOURI A., CAJA G., GAFO C., SUCH X., FERRET A., 1997. Modificación del perfil de ácidos grasos de la leche de oveja mediante el empleo de jabones cálcicos de ácidos grasos de cadena larga. *ITEA Prod. Anim.*, **18** (suppl.): 694-696.
18. GARGOURI A., CAJA G., SUCH X., CASALS R., FERRET A., 1995. Efectos de la utilización de lípidos protegidos en la alimentación de ovejas de ordeño en el sistema a media leche. *ITEA Prod. Anim.*, **16** (suppl.): 720-722.
19. GOULAS C., ZERVAS G., PAPADOPOULOS G., 2003. Effect of dietary animal fat and methionine on dairy ewes milk yield and milk composition. *Anim. Feed Sci. Tech.*, **105**: 43-54.
20. HOFFMANN P.C., GRUMMER R.R., SHAVER R.D., BRODERICK G.A., DRENDEL T.R., 1991. Feeding supplemental fat and undegraded intake protein to early lactation dairy cows. *J. Dairy Sci.*, **74**: 3468-3474.
21. HORTON G.M.J., WOHLT J.E., PALATINI D.D., BALDWIN J.A., 1992. Rumen-protected lipid for lactating ewes and their nursing lambs. *Small Ruminant Res.*, **9**: 27-36.
22. MCKUSICK B.C., BERGER Y.M., THOMAS D.L., 1999. Rumen-protected bypass fat for dairy ewe commercial milk production. In: Proc. 5th Great Lakes dairy sheep symposium, Brattleboro, VT, USA, 4-6 Nov.
23. PALMQUIST D.L., WEISBJERG M.R., HVELPLUND T., 1993. Ruminant, intestinal, and total digestibilities of nutrients in cows fed diets high in fat and undegradable protein. *J. Dairy Sci.*, **76**: 1353-1364.
24. PEREZ ALBA L.M., DE SOUZA S., PEREZ M., MARTINEZ A., FERNANDEZ G., 1997. Calcium soaps of olive fatty acids in the diets of Manchega dairy ewes: Effects on digestibility and production. *J. Dairy Sci.*, **80**: 3316-3324.
25. PEREZ-HERNANDEZ M., ROBINSON J.J., AITIKEN R.P., FRAZER C., 1986. The effect of dietary supplements of protected fat on the yield and fat content of ewe's milk and on lamb growth rate. *Anim. Prod.*, **42**: 455.
26. ROTUNNO T., SEVI A., DI CATERINA R., MUSCIO A., 1998. Effects of graded levels of dietary rumen-protected fat on milk characteristics of Comisana ewes. *Small Ruminant Res.*, **30**: 137-145.
27. SANZ SAMPELAYO M.R., LARA L., GIL F., BOZA J., 1995. Energy utilization for maintenance and growth in preruminant kid goats and lambs. *Small Ruminant Res.*, **17**: 25-30.
28. SANZ SAMPELAYO M.R., PEREZ L., MARTIN ALONSO J.J., AMIGO L., BOZA J., 2002. Effects of concentrates with different contents of protected fat rich in PUFAs on the performance of lactating Granadina. II. Milk production and composition. *Small Ruminant Res.*, **43**: 141-148.
29. SCHMIDELY D., SAUVANT D., 2001. Taux butyreux et composition de la matière grasse du lait chez les petits ruminants : effets de l'apport de matières grasses ou d'aliment concentré. *Prod. Anim.*, **14**: 337-354.
30. SIDHU G.S., BROWN M.A., JOHNSON A.R., 1975. Autoxidation in milk rich in linoleic acid. I. An objective method for measuring autoxidation and evaluating antioxidants. *J. Dairy Res.*, **42**: 185-195.

Reçu le 31.07.2004, accepté le 21.02.2006

Summary

Gargouri A. Production and Composition of Ewe's Milk. Effects of Protected Fat Supplementation

A database on the effects of protected fat supplementation [calcium soap of fatty acids (CSFA)] was developed to analyze these effects on milk production and composition in dairy ewes. On the whole, CSFA supplementation does not affect the quantity of milk marketable, it increases milk fat content (+ 21%) and decreases milk protein content (- 4%). Results greatly vary depending on the quantity of fat supplemented, and the ewe lactation stage. The best responses are observed with an addition of CSFA close to 150 g/day/ewe at the onset of lactation. The composition of milk fatty acids is almost always modified by protected fats, as percentages of short and medium chain fatty acids are reduced, and those of long chain fatty acids are increased. Including CSFA in the concentrate of dairy sheep does not improve lamb growth during the suckling period.

Keywords: Sheep – Ewe milk – Lipids – Chemical composition – Lamb – Growth – Tunisia.

Resumen

Gargouri A. Producción y composición de la leche de oveja: efectos de los aportes en lípidos protegidos

Se creó una base de datos sobre los efectos del aporte de lípidos protegidos (principalmente jabones de calcio a partir de aceite de palma), con el fin de cuantificar la respuesta de la producción y de la composición de la leche en las ovejas lecheras. De manera general, la incorporación de este tipo de suplemento no afectó la cantidad de la leche a comercializar, llevó a un aumento de las tasas butíricas (+ 21%) y a una depresión de las tasas proteicas (- 4%). Estas respuestas son muy variables y dependen de la cantidad de suplemento lipídico y del estadio de lactación de las ovejas. Las mejores respuestas se observaron con un nivel de ingestión de jabón cálcico cercano a 150 g/día/oveja administrados al inicio de la lactancia. La composición en ácidos grasos de la leche fue casi siempre modificada por los lípidos protegidos, principalmente con una disminución de la proporción de los ácidos grasos cortos y medios y un crecimiento de los ácidos grasos largos. La velocidad de crecimiento de los corderos criados por ovejas bajo suplemento no fue modificada durante el periodo de lactación.

Palabras clave: Ovino – Leche de oveja – Lípido – Composición química – Cordero – Crecimiento – Túnez.

Comparaison des races Ile-de-France et Mérinos précoce en race pure et en croisement avec la race Boujaâd au Maroc

I. Boujenane¹

Mots-clés

Ovin – Ile-de-France – Mérinos précoce – Boujaâd – Reproduction – Poids – Croisement – Maroc.

Résumé

L'étude a porté sur 1 145 performances de brebis et 1 411 performances d'agneaux des races Ile-de-France (IF), Mérinos précoce (MP) et Boujaâd (BO). Les données ont été collectées durant huit saisons d'agnelage, allant de 1997-98 à 2004-05 dans un élevage privé. Les brebis IF et MP ont été accouplées avec des béliers de leurs races respectives, alors que les brebis BO ont été saillies par les béliers des trois races. La race de la brebis a eu un effet significatif sur la taille et le poids de portée à la naissance, mais pas sur la taille et le poids de portée à 70 jours (j). Les brebis IF et MP ont réalisé une taille et un poids de portée à la naissance supérieurs à la moyenne des performances des brebis BO. Les différences ont été respectivement de 0,25 et 0,30 agneau, et de 1,45 et 1,22 kg. En outre, la race du bélier de lutte n'a pas eu d'effet significatif sur la taille de portée à la naissance des brebis BO, mais elle a eu un effet significatif sur leur poids de portée à la naissance. Les brebis croisées avec les béliers IF et MP ont enregistré une performance moyenne de 0,48 kg supérieure à celle des brebis accouplées avec des béliers BO. Par ailleurs, le groupe génétique de l'agneau a eu un effet significatif sur les poids et la viabilité à 70 j. Les agneaux IF et MP ont réalisé les poids à la naissance les plus élevés, suivis par les agneaux croisés. Cependant, ces derniers ont réalisé des poids à 30 et 70 j plus élevés que ceux des agneaux des races parentales. Les agneaux IF ont enregistré une viabilité de 6 p. 100 inférieure à celle des agneaux MP et BO, et de 11 p. 100 plus faible que celle des agneaux croisés. L'effet hétérosis a été positif et élevé pour les poids à 30 et 70 j, et pour la viabilité à 70 j, mais négatif pour le poids à la naissance.

■ INTRODUCTION

Le croisement industriel est de plus en plus pratiqué par les éleveurs marocains en vue d'améliorer la productivité de leurs troupeaux ovins. En effet, le nombre d'adhérents à l'Association nationale ovine et caprine (Anoc) dans le cadre du programme de croisement industriel ne cesse d'augmenter. Il est passé de 147 éleveurs avec 24 940 brebis en 1997 à 380 éleveurs avec presque 45 000 brebis en 2002 (A. Boukallouch, commun. pers.). La majorité d'entre eux ont utilisé comme race paternelle essentiellement les races Ile-de-France et Mérinos précoce, et comme support femelle les brebis de races locales (2, 3, 6). Ainsi, pour approvisionner

les élevages pratiquant le croisement industriel en béliers de races améliorées pures, certains élevages se sont spécialisés dans la sélection et la multiplication de ces races. Pour cela, ils ont suivi un contrôle de croissance et ont pratiqué la sélection selon les règles de la Commission nationale de sélection et de marquage. Il est donc nécessaire de connaître les performances des races Ile-de-France et Mérinos précoce nées et élevées au Maroc afin de mieux orienter les éleveurs. L'objectif de cette étude a été de comparer les performances de reproduction et de croissance des races Ile-de-France et Mérinos précoce en race pure et en croisement avec les brebis de race Boujaâd.

■ MATERIEL ET METHODES

Les données analysées étaient issues d'un élevage privé situé à 80 km au sud de Casablanca. Elles ont été collectées pendant huit campagnes d'agnelage, allant de 1997-98 à 2004-05.

1. Département des productions animales, Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, BP 6202, Rabat-Instituts, 10101 Rabat, Maroc
Tél./fax : +212 37 77 64 20 ; e-mail : i.boujenane@iav.ac.ma

Conduite du troupeau

Conduite de la reproduction

Le troupeau de base était composé des races Ile-de-France (IF), Mérinos précoce (MP) et Boujaâd (BO). Il a été conduit au rythme d'un agnelage par an. Les brebis des races IF et MP ont été luttées par des béliers de leurs races respectives pour produire des agneaux de race pure. Celles de race BO ont été luttées par des béliers des trois races pour produire aussi bien les agneaux de race pure que les agneaux croisés (tableau I). Le nombre de béliers utilisés a varié d'une année à l'autre selon l'effectif de brebis disponibles. Les béliers ont généralement été remplacés après deux ou trois années de service. La lutte pratiquée était de type contrôlé, à raison de 30 brebis par bélier. Les lots de lutte étaient composés d'un mélange de brebis IF et BO ou de brebis MP et BO. La lutte principale a duré 60 jours et a eu lieu entre la mi-mai et la mi-juillet. Elle était habituellement suivie d'une lutte de rattrapage d'une durée d'un mois. Les agnelages se sont étalés sur une période de quatre mois, allant de début octobre jusqu'à fin janvier.

Conduite alimentaire

Les brebis étaient souvent en stabulation permanente. Elles recevaient une alimentation constituée de foin et d'un concentré à base d'orge. Parfois, elles étaient placées sur jachère pendant une partie de la journée. Les agneaux étaient en permanence en bergerie et ne sortaient jamais sur le parcours. Ils ont eu accès à un aliment complémentaire dès l'âge de 15 jours. Les agneaux mâles n'ont pas été castrés. En revanche, les agneaux mâles et femelles des races pures IF et MP destinés à la sélection ont subi une caudectomie.

Conduite prophylactique

Les brebis ont été vaccinées contre l'entérototoxicité un mois avant l'agnelage. Les agneaux l'ont été trois semaines après la naissance avec un rappel un mois plus tard. De plus, tous les animaux du troupeau ont subi un déparasitage interne et externe.

Contrôles effectués

A la naissance, les agneaux ont été identifiés par une boucle (*tip tag*) et la date de naissance, le groupe génétique, le sexe, le type de naissance et le numéro de la mère ont été enregistrés. Les agneaux ont été pesés à la naissance et une fois toutes les trois semaines jusqu'au sevrage qui a eu lieu vers l'âge de 70 jours (j).

Variables étudiées

Les caractères de reproduction étudiés ont été la taille de portée à la naissance (nombre total d'agneaux nés, vivants et morts), le poids de portée à la naissance (somme des poids à la naissance

des agneaux de la brebis), la taille de portée à 70 j (nombre des agneaux présents à 70 j par brebis ayant agnelé) et le poids de portée à 70 j (poids des agneaux présents à 70 j par brebis ayant agnelé). Chez les agneaux, les caractères étudiés ont été les poids à la naissance, à 30 j et à 70 j, ainsi que la viabilité entre la naissance et 70 j. Les poids à 30 et 70 j ont été calculés par interpolation linéaire à partir des pesées qui ont eu lieu avant et après l'âge type considéré. Parfois, lorsque la pesée située après l'âge de 70 j n'était pas disponible, le poids à cet âge a été calculé par extrapolation linéaire.

Analyses statistiques

L'étude a porté sur 1 145 performances de brebis et 1 411 performances d'agneaux dont les données ont été collectées pendant les huit campagnes. Néanmoins, excepté la race IF dont les données sur les performances ont été disponibles durant toutes les campagnes, celles des autres groupes génétiques ne l'ont été qu'à certaines campagnes (tableau II). Par ailleurs, en raison de leur faible fréquence, les agneaux nés triples ont été éliminés de l'étude. Les données ont été analysées par la méthode des moindres carrés à l'aide de la procédure GLM (10).

Le modèle statistique utilisé pour analyser les performances des brebis a inclus la race du bélier de lutte (IF, MP et BO), la race de la brebis (IF, MP et BO) hiérarchisée dans la race du bélier et la campagne d'agnelage (1997-98, 1998-99... 2004-05). Les interactions de premier ordre se sont avérées non significatives ($P > 0,05$) sur les caractères étudiés.

Les poids et la viabilité des agneaux ont été analysés en utilisant le modèle incluant le groupe génétique de l'agneau (BO, IF, MP, IF x BO et MP x BO), le sexe (mâle et femelle), la campagne de naissance (1997-98... 2004-05) et le type de naissance (simple et double) pour le poids à la naissance et la viabilité à 0-70 j ou le type de naissance - élevage (simple - simple, double - double, et double - simple) pour les poids à 30 et 70 j. Les interactions du premier ordre ont été testées. Les interactions groupe génétique x type de naissance et type de naissance x campagne de naissance ont été significatives pour le poids à la naissance, et l'interaction type de naissance x campagne de naissance a été significative pour la viabilité 0-70 j.

Bien que les données sur les croisés réciproques n'aient pas été disponibles, les effets hétérosis individuel sur les poids et la viabilité des agneaux ont été estimés pour les croisements IF x BO et MP x BO comme la différence entre la moyenne des performances des agneaux croisés et la moyenne des performances des agneaux des races parentales.

Tableau I

Répartition des brebis et des agneaux selon la race de la brebis (mère) et la race du bélier de lutte (père)

Race de la brebis	Race du bélier de lutte			Total	Race du père de l'agneau			Total
	BO	IF	MP		BO	IF	MP	
BO	154	233	188	575	161	254	211	626
IF	—	474	—	474	—	647	—	647
MP	—	—	96	96	—	—	138	138
Total	154	707	284	1 145	161	901	349	1 411

BO : Boujaâd ; IF : Ile-de-France ; MP : Mérinos précoce

■ RESULTATS

Performances de reproduction

Les moyennes arithmétiques de l'ensemble des brebis pour la taille de portée à la naissance, la taille de portée à 70 j, le poids de portée à la naissance et le poids de portée à 70 j ont été respectivement de 1,24, 1,10, 5,52 kg et 24,2 kg (tableau III).

La taille de portée à la naissance a varié de 1 à 3 chez les brebis BO et IF et de 1 à 2 chez les brebis MP. Les fréquences des portées simples, doubles et triples ont été respectivement de 90,4, 9,0 et 0,5 p. 100 chez les brebis BO, et de 63,1, 36,7 et 0,2 p. 100 chez les brebis IF. Les portées simples et doubles ont été respectivement de 56,3 et 43,8 p. 100 chez les brebis MP.

La race de la brebis a eu un effet significatif sur la taille de portée à la naissance. Les brebis MP ont réalisé une taille de portée à la naissance de 0,02 agneau plus élevée que celle des brebis IF, mais

la différence n'a pas été significative ($P > 0,05$). En revanche, les brebis BO ont enregistré une taille de portée moyenne à la naissance de 0,30 et 0,25 agneau de moins que celles respectivement des brebis MP et IF. En outre, la taille de portée à la naissance des brebis BO n'a pas été influencée par la race du bélier de lutte. Les différences entre les brebis saillies par les béliers des trois races ont été négligeables ($P > 0,05$).

Le poids de portée à la naissance a été influencé par la race de la brebis. Il était presque similaire chez les brebis IF et MP, mais respectivement de 1,45 et 1,22 kg plus élevé que la moyenne des poids de portée des brebis BO. Par ailleurs, le poids de portée à la naissance des brebis BO a été différent selon la race du bélier de lutte. La différence n'a pas été significative entre les brebis saillies par les béliers des deux races à viande. En revanche, elle a été de 0,47 kg en faveur des brebis BO croisées avec les béliers de races améliorées par rapport à celles accouplées avec des béliers BO.

Tableau II

Nombre de performances disponibles sur les brebis et les agneaux par groupe génétique et par campagne d'agnelage

Campagne	Race de la brebis			Total	Groupe génétique de l'agneau					Total
	IF	MP	BO		IF	MP	BO	IF x BO	MP x BO	
1997-98	66	–	109	175	94	–	33	83	–	210
1998-99	70	–	133	203	92	–	–	144	–	236
1999-2000	73	–	31	104	108	–	34	–	–	142
2000-01	70	–	97	167	91	–	–	–	107	198
2001-02	69	–	91	160	88	–	94	–	–	182
2002-03	55	20	65	140	72	29	–	–	76	177
2003-04	30	33	49	112	41	46	–	27	28	142
2004-05	41	43	–	84	61	63	–	–	–	124

BO : Boujaâd ; IF : Ile-de-France ; MP : Mérinos précoce

Tableau III

Moyennes des moindres carrés ± erreurs-types des tailles de portée à la naissance et au sevrage, et des poids de portée à la naissance et au sevrage des brebis

Source de variation	n	Taille portée naissance	Poids portée naissance (kg)	Taille portée 70 j	Poids portée 70 j (kg)
Moyenne arithmétique	1 145	1,24	5,52	1,10	24,2
Coefficient de variation (%)		35,1	30,4	43,5	43,4
Race de la brebis :		***	***	NS	NS
race du bélier					
IF : IF	474	1,37 ^a ± 0,02	6,29 ^a ± 0,07	1,14 ± 0,02	25,1 ± 0,48
MP : MP	96	1,42 ^a ± 0,05	6,06 ^a ± 0,17	1,25 ± 0,05	25,0 ± 1,18
BO : BO	154	1,06 ^b ± 0,04	4,49 ^b ± 0,15	0,95 ± 0,05	18,6 ± 1,05
BO : IF	233	1,14 ^b ± 0,04	4,89 ^c ± 0,13	1,08 ± 0,04	24,5 ± 1,28
BO : MP	188	1,16 ^b ± 0,04	5,06 ^c ± 0,14	1,14 ± 0,04	27,3 ± 0,94

*** $P < 0,001$; NS : $P > 0,05$

IF : Ile-de-France ; MP : Mérinos précoce ; BO : Boujaâd

^{a,b,c} Les moyennes ajustées d'une même colonne, suivies de lettres différentes, diffèrent ($P < 0,05$)

Bien que la taille et le poids de portée à 70 j aient été plus élevés chez les brebis IF et MP par rapport aux brebis BO, la race de la brebis n'a pas eu d'effet significatif ($P > 0,05$). La différence de la taille de portée au sevrage entre les brebis des races améliorées pures et celles de race BO a été plus faible que la différence observée pour la taille de portée à la naissance. Par ailleurs, les brebis BO accouplées avec des béliers de la même race ont enregistré un poids de portée à 70 j plus faible que celui des autres brebis. De même, les brebis BO croisées avec des béliers IF et MP ont réalisé des performances similaires à celles des brebis des races améliorées pures.

Performances de croissance et de viabilité des agneaux

Les moyennes arithmétiques des poids à la naissance, à 30 j et à 70 j de tous les agneaux ont été respectivement de 4,46, 11,2 et 22,0 kg. La viabilité à 0-70 j a été en moyenne de 89 p. 100 (tableau IV).

Le groupe génétique de l'agneau a eu un effet significatif sur les poids étudiés et sur la viabilité 0-70 j. Les poids à la naissance, à 30 et à 70 j des agneaux IF ont été respectivement de 0,28, 0,87 et 1,20 kg plus élevés que ceux des agneaux MP et de 0,71, 1,90 et 4,2 kg supérieurs à ceux des agneaux BO. Les poids à la naissance des agneaux croisés ont été intermédiaires par rapport à ceux des races parentales. En revanche, leurs poids à 30 et 70 j ont été plus élevés que ceux des agneaux des races parentales.

Le groupe génétique de l'agneau a eu un effet significatif sur la viabilité entre la naissance et 70 jours. Les agneaux IF ont enregistré la viabilité la plus faible (83 p. 100), les agneaux croisés la viabilité la plus élevée (94 p. 100), et les agneaux MP et BO une viabilité intermédiaire (88 p. 100).

Les croisements entre les races IF et BO, d'une part, et MP et BO, d'autre part, ont engendré un effet hétérosis sur les poids et la viabilité des agneaux. Les pourcentages d'hétérosis pour les poids à la naissance, à 30 j, à 70 j et la viabilité à 70 j ont été respectivement de -6,0, 14,3, 13,2 et 8,23 p. 100 pour le croisement entre les races IF et BO. Ils ont été de -1,46, 12,7, 15,1 et 8,24 p. 100 pour le croisement entre les races MP et BO. Ces effets d'hétérosis ont été significatifs, sauf pour le poids à la naissance du croisement MP x BO.

DISCUSSION

Les tailles de portée à la naissance des brebis des races IF et MP ont été presque similaires. De même, ces races n'ont apparemment pas connu de difficultés d'adaptation, puisque leurs performances n'ont pas été très différentes de celles réalisées en France qui sont respectivement de 1,56 et 1,41 (1). Les brebis BO ont enregistré une taille de portée à la naissance intermédiaire, comparée à celle de 1,04 obtenue chez les éleveurs (4) et celle de 1,29 réalisée en station (5). Par ailleurs, l'absence de l'effet de la race du bélier sur la taille de portée des brebis BO a été conforme aux résultats rapportés par d'autres auteurs (2, 6, 7, 8) qui ont montré que ce caractère était lié à la brebis et qu'il était peu ou n'était pas influencé par la race du bélier.

Le poids de la portée à la naissance a été élevé chez les brebis IF et MP, faible chez les brebis BO saillies par les béliers de la même race et intermédiaire chez celles croisées avec des béliers IF et MP. Cette supériorité des brebis des races améliorées peut être expliquée à la fois par leur taille de portée à la naissance et par le poids à la naissance des agneaux qui sont élevés. De même, la supériorité des brebis BO croisées avec des béliers de races à viande par rapport à celles saillies par des béliers BO peut être due au poids à la naissance élevé des agneaux croisés.

La taille et le poids à 70 j n'ont pas été influencés par la race de la brebis. En effet, le taux de mortalité élevé enregistré chez les agneaux issus des brebis IF et MP a très fortement diminué leur taille de portée à 70 j, réduisant ainsi l'avantage qu'elles avaient sur les brebis BO. Ce résultat n'est pas conforme à ceux d'El Fadili et Leroy (6), et de Boujenane et Kansari (3) qui ont rapporté des différences significatives entre les performances des brebis de différents groupes génétiques.

Le groupe génétique a un effet significatif sur les poids des agneaux. Les poids à la naissance réalisés semblaient normaux puisque les agneaux des races améliorées étaient les plus lourds, ceux de race pure BO les plus légers et ceux des agneaux croisés intermédiaires. En revanche, la supériorité des poids à 30 et 70 j des agneaux croisés par rapport aux agneaux IF et MP n'était pas très attendue, mais peut s'expliquer par le fait que la race pure BO, conduite de façon

Tableau IV

Moyennes des moindres carrés \pm erreurs-types des poids à la naissance, à 30 et à 70 jours, et de la viabilité des agneaux

Source de variation	n	Poids à la naissance (kg)	n	Poids à 30 j (kg)	n	Poids à 70 j (kg)	n	Viabilité à 0-70 j (%)
Moyenne arithmétique	1 411	4,46	1 100	11,2	1 062	22,0	1 411	89
Coefficient de variation (%)		18,9		27,6		26,2		35,3
Groupe génétique de l'agneau ¹		***		***		***		***
IF	647	4,62 ^a \pm 0,03	551	10,7 ^a \pm 0,15	522	21,6 ^a \pm 0,32	647	83 ^a \pm 1,2
MP	138	4,34 ^b \pm 0,07	123	9,83 ^b \pm 0,28	118	20,4 ^b \pm 0,58	138	89 ^{ab} \pm 3,0
BO	161	3,91 ^c \pm 0,10	139	8,80 ^c \pm 0,29	139	17,4 ^c \pm 0,59	161	88 ^{ab} \pm 3,1
IF x BO	254	4,01 ^c \pm 0,06	89	11,1 ^a \pm 0,34	89	22,1 ^a \pm 0,69	254	92 ^b \pm 2,6
MP x BO	211	4,06 ^c \pm 0,06	198	10,5 ^{ab} \pm 0,26	194	21,8 ^a \pm 0,53	211	96 ^b \pm 2,7

*** $P < 0,001$

IF : Ile-de-France ; MP : Mérinos précoce ; BO : Boujaâd

¹ Pour les agneaux croisés, la race du père est placée en premier

^{a,b,c} Les moyennes ajustées d'une même colonne, suivies de lettres différentes, diffèrent ($P < 0,05$)

intensive, a enregistré des performances qui se rapprochent de celles des races améliorées (5). La comparaison des poids des agneaux de différents groupes génétiques a montré que ceux de race pure Lacaune à viande réalisent un poids à la naissance élevé, mais ils sont rattrapés à 30 et 70 j par ceux de certains autres groupes génétiques (3). Par ailleurs, les agneaux croisés ont enregistré un effet hétérosis négatif pour le poids à la naissance, et positif et élevé pour les poids à 30 et 70 j. L'hétérosis observée pour ces deux derniers poids a été identique pour les deux croisements et supérieure à la valeur rapportée pour le poids au sevrage (9).

La viabilité entre la naissance et 70 j a été significativement influencée par le groupe génétique de l'agneau. En effet, les agneaux croisés ont enregistré une viabilité plus élevée que celles des agneaux des races pures IF, MP et BO. La faible viabilité des agneaux IF peut être expliquée par leur sensibilité plus élevée aux problèmes sanitaires et aux conditions climatiques difficiles par rapport aux agneaux MP qui ont relativement fait preuve d'une certaine adaptation. Elle peut être également expliquée par un mode de conduite qui n'a pas été toujours très adéquat. Boujenane et Kansari (3) ont constaté que parmi les huit groupes génétiques étudiés, les agneaux croisés ont réalisé la viabilité la plus élevée et les agneaux de race pure Lacaune à viande ont enregistré la viabilité la plus faible. La viabilité élevée des agneaux croisés peut être due à une bonne adaptation de ce groupe génétique aux conditions d'élevage marocain, et à l'effet hétérosis positif et supérieur à la valeur de 9,8 p. 100 rapportée par Nitter (9).

■ CONCLUSION

Cette étude a permis d'avoir une idée sur les performances des races pures IF et MP nées et élevées au Maroc. Elle a montré que ces deux races sont presque identiques du point de vue de la reproduction, légèrement différentes du point de vue de la croissance, avec un léger avantage pour la race IF, et différentes pour ce qui est de la viabilité des agneaux, avec une supériorité très nette de la race MP. Par ailleurs, les performances des races IF et MP ont été supérieures à celles des brebis BO utilisées en race pure. En revanche, les brebis IF et MP ont enregistré des productivités à 70 j identiques à celles des brebis BO utilisées en croisement, et les agneaux améliorés ont réalisé des poids à 30 et 70 j légèrement inférieurs à ceux des croisés IF x BO et MP x BO. Il semblerait que dans les conditions marocaines, les performances des races IF et MP soient similaires en races pures ou en croisement avec la race BO.

Remerciements

L'auteur tient à remercier M. R. Mourabit (propriétaire) et M. A. Daim (technicien de l'Anoc) pour avoir mis les données de cet élevage à sa disposition, et M. A. Marouane pour leur saisie.

BIBLIOGRAPHIE

1. BODIN L., ELSEN J.M., 1989. Variability of litter size of French sheep breeds following natural or induced ovulation. *Anim. Prod.*, **48** : 535-541.
2. BOUJENANE I., BERRADA D., MIHI S., JAMAI M., 1998. Reproductive performance of ewes and preweaning growth of lambs from three native Moroccan breeds mated to rams from Moroccan and improved breeds. *Small Rumin. Res.*, **27**: 203-208.
3. BOUJENANE I., KANSARI J., 2002. Lamb production and its components from purebred and crossbred mating types. *Small Ruminant Res.*, **43**: 115-120.
4. CHENTOUF M., BOULANOUAR B., 2000. Conduite de la reproduction des ovins dans une zone semi-aride du Maroc. *EAAP Publ.*, **94** : 255-259.
5. CHIKHI A., BOUJENANE I., 2003. Performances de reproduction et de production des ovins de race Boujaâd au Maroc. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **56** : 83-88.
6. EL FADILI M., LEROY P.L., 2000. Comparaison de trois races de croisement terminal pour la production des agneaux croisés de boucherie au Maroc. *Ann. Méd. vét.*, **145** : 85-92.
7. LEYMASTER K.A., SMITH G.M., 1981. Columbia and Suffolk terminal sire breed effects. *J. Anim. Sci.*, **53**: 1225-1235.
8. NITTER G., 1975. Results of a crossbreeding experiment with sheep for different systems of fat lamb production. I. Reproductive traits. *Livest. Prod. Sci.*, **2**: 167-177.
9. NITTER G., 1978. Breed utilization for meat production in sheep. *Anim. Breed. Abstr.*, **46**: 131-143.
10. SAS/STAT, 1996. User's Guide, vers. 6.12. Cary, NC, USA, SAS Institute.

Reçu le 07.07.2005, accepté le 20.02.2006

RECOMMANDATIONS AUX AUTEURS

La *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux* publie trimestriellement des articles et des communications originaux de recherche appliquée, des synthèses sur la santé (pathologie infectieuse et parasitaire) et les productions animales (ressources animales et alimentaires) dans les régions tropicales et subtropicales. Des notes courtes sont également acceptées pour exposer un sujet d'actualité. Le dernier numéro de chaque année comprend des index : auteurs, mots-clés, géographique.

- Le Rédacteur en chef accuse réception des manuscrits, puis les soumet au Comité de lecture. Les manuscrits peuvent alors être acceptés, refusés ou soumis à des demandes de modifications qui doivent être prises en compte (sauf justifications documentées). **La Rédaction se réserve le droit de renvoyer aux auteurs les manuscrits non conformes aux recommandations suivantes :**

- Le français est obligatoire pour tous les auteurs français ou francophones. L'anglais de qualité excellente peut être utilisé dans tous les autres cas.

- **Le manuscrit est soumis en 2 exemplaires complets** dont un original. Le texte est dactylographié en double interligne, toutes les pages sont numérotées. Une disquette l'accompagne : le fichier texte est au format Microsoft Word, séparé du fichier tableaux (voir plus bas). Envoyer en même temps le manuscrit (fichiers séparés pour le texte, les tableaux, au format Word, et chaque figure aux formats définis ci-dessous) à l'adresse électronique suivante : **revue.emvt@cirad.fr**

- **Contenu des 1^{ère} et 2^e pages :** 1) un titre précis complet en français et en anglais ; 2) un titre courant ne dépassant pas 60 caractères ou espaces **en français et en anglais** ; 3) noms, initiales des prénoms, adresses complètes des auteurs ; 4) nom, n° téléphone, n° fax, adresse **e-mail** de l'auteur assurant la correspondance ; 5) résumés : **en français et en anglais**, ne dépassent pas 250 mots et comportent les mêmes informations ; 6) cinq à huit mots-clés, selon le thésaurus Agrovoc de la FAO.

- **Plan des articles :** introduction, matériel et méthodes, résultats, discussion, conclusion, remerciements (s'il y a lieu), bibliographie.

N.B. : dans les parties matériel et méthodes, et résultats, le **temps passé** (en général le passé composé et le cas échéant l'imparfait) est obligatoire ; dans la partie discussion le présent peut être utilisé lorsque des travaux déjà publiés sont évoqués mais le passé reste obligatoire lorsqu'il est fait référence aux résultats de la présente étude.

- **Tableaux :** numérotés en chiffres romains, dans l'ordre de leur apparition dans le texte, construits avec la fonction « tableau » de MS Word ou sous Excel ; chaque donnée est saisie dans une cellule distincte ; **ne pas utiliser** la fonction « retour à la ligne » à l'intérieur des cellules.

- **Figures** (photos, graphes, dessins, cartes) : sur papier et de qualité excellente, numérotées en chiffre arabe dans l'ordre de leur apparition, les légendes rassemblées sur feuille indépendante et compréhensibles par elles-mêmes. Les figures doivent également être fournies avec leur **fichier source** (Excel ou Powerpoint), sinon sauvegardées au format jpg, tif ou eps (résolution de 300 dpi pour largeur minimale de 150 mm). Les frais d'impression des figures en couleurs sont à la charge des auteurs.

- **Bibliographie :** numérotée en chiffres arabes, ordre alphabétique selon le nom des auteurs qui sont tous mentionnés ; référencée par des chiffres arabes entre parenthèses dans le texte ; ex. : "... (19)... (7, 21)... ". S'assurer que les **références** apparaissant dans la liste sont **citées dans le texte**. Les publications **anonymes** seront classées au nom de l'institut/la maison d'édition. Utiliser les normes internationales ISO pour l'abréviation de périodiques. La présentation est scrupuleusement respectée et aucun élément (ex : ville, pays et maison d'édition - c'est-à-dire le copyright - pour un ouvrage) ne doit manquer, selon les modèles suivants :

1. BERTHE D., 1987. Epidémiologie et prophylaxie des maladies infectieuses majeures : bilan et perspectives. Thèse Doct. vét., Eismv, Dakar, Sénégal, 120 p.
2. DENIS J.P., 1971. L'intervalle entre les vèlages chez le zébu Gobra (Peulh sénégalais). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **24** : 635-647.
3. DJAMEN N.P., HAVARD M., DJONNEWA A., 2001. Vers une démarche d'aide à la décision adaptée aux exploitations agricoles du Nord-Cameroun. In : Second comité scientifique du Prasac, Maroua, Cameroun, 5-9 fév. 2001, 15 p.
4. RICORDEAU G., 1981. Genetics: breeding plans. In: Gall C., Ed., Goat production. London, UK, Academic Press, p. 111-161.

Les **épreuves** sont envoyées au premier auteur ou au correspondant ; un délai de quelques jours est donné pour signaler des corrections. Trente **tirés à part** gratuits sont envoyés uniquement au premier auteur ou au correspondant désigné lors de l'expédition de l'article.

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

The *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux* publishes on a quarterly basis the results of original applied research articles and communications, and scientific reviews in the field of animal health (infectious and parasitic diseases) and animal productions (animal feed and resources) in tropical and subtropical areas. Short notes covering current topics are also given consideration. Each year's last issue includes author, key word and geographic indexes.

- The Editor-in-Chief acknowledges receipt of the manuscripts and submits them to the Editorial Board. The manuscripts may then be accepted, rejected or revisions may be requested. These must have been addressed when submitting a new version. **The Editorial Board may return manuscripts that do not comply to the following guidelines:**

- French is mandatory for French and francophone authors. High standard English may be used in all other cases. Authors whose mother tongue is not English will have their manuscript revised by an English-speaking colleague before its submission to the journal.

- **Complete manuscripts are submitted in duplicate**, including one original. The text is typed, double-spaced, the pages are numbered. A diskette is included. The text is saved under Microsoft Word, and tables are in a separate file (see below). Manuscripts are also sent via e-mail at **revue.emvt@cirad.fr**, using separate files for text, tables (Word format), and each figure (see below for their formats).

- **First and second page contents:** 1) a precise, complete title in English and in French; 2) a running title not exceeding 60 characters or spaces in English and in French; 3) authors' names, first name initials, complete addresses; 4) corresponding author's name, telephone and fax numbers, **e-mail address**; 5) abstracts: **in English and in French**, 250 words at most, and both contain the same information; 6) five to eight key words, according to the FAO AGROVOC thesaurus.

- **Article structure:** Introduction, materials and methods, results, discussion, conclusion, acknowledgments (when appropriate), references.

Note: In the Materials and Methods, and Results sections the **past tense** is mandatory. In the Discussion the present tense may be used when referring to already published results, but the past tense is mandatory when referring to results of the present study.

- **Tables:** Roman numerals are used, in the order they appear in the text. They are meaningful by themselves and constructed using the Table function of MS Word or Excel; each entry must be in a separate cell; **do not use** line breaks within cells.

- **Figures** (photos, graphs, drawings, maps): high-quality **hard copies**, numbered in Arabic numerals in the order they appear in the text, legends listed separately and meaningful by themselves. The figures must also be supplied with their **digital source** (input) files (Excel or Powerpoint), otherwise saved in JPG, TIF or EPS (e.g. 300 dpi for 150 mm minimum width). Authors are charged for the printing costs of color figures.

- **References:** numbered, in alphabetical order for a given author, with all the authors mentioned; they appear in the text within parentheses, e.g., "... (19)... (7, 21)...". Ensure that **references** in the list are **quoted in the text**. **Anonymous** publications are listed under the publisher's name. International ISO norms are used to abbreviate journal names. A very special care is given to their presentation and no item may be omitted (e.g., do not forget the publisher's - same as copyright - city and country when quoting a book), using the following examples as guidelines:

1. BERTHE D., 1987. Epidémiologie et prophylaxie des maladies infectieuses majeures : bilan et perspectives. Thèse Doct. vét., Eismv, Dakar, Sénégal, 120 p.
2. DENIS J.P., 1971. L'intervalle entre les vèlages chez le zébu Gobra (Peulh sénégalais). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **24** : 635-647.
3. DJAMEN N.P., HAVARD M., DJONNEWA A., 2001. Vers une démarche d'aide à la décision adaptée aux exploitations agricoles du Nord-Cameroun. In : Second comité scientifique du Prasac, Maroua, Cameroun, 5-9 fév. 2001, 15 p.
4. RICORDEAU G., 1981. Genetics: breeding plans. In: Gall C., Ed., Goat production. London, UK, Academic Press, p. 111-161.

Proofs are sent to the first author or to the correspondent, who then has a few days to return corrections. Thirty free of charge **reprints** are sent solely to the first author or to the designated correspondent.