

Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux

Revue trimestrielle

ISSN 0035-1865

Inscrite à la commission paritaire des publications
sous le n° 50047

publiée

par le département d'élevage

et de médecine vétérinaire

du Centre de coopération internationale

en recherche agronomique pour le développement

Cirad-emvt

Directeur de la Publication : Emmanuel Camus

Rédacteur en chef : Didier Richard

Édition : 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. Ménessier, 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-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

marie-cecile.maraval-mollard@cirad.fr

Abonnements

Lavoisier

Brigitte Delestaing

14, rue de Provigny

94236 Cachan Cedex, France

(voir page 107 pour les tarifs)

abo@Lavoisier.fr

<http://www.Lavoisier.fr>

© Cirad, Montpellier, 2004

Imprimé par Jouve (France)

n° d'ordre : 347518E

Dépôt légal : avril 2004

Sommaire

PATHOLOGIE INFECTIEUSE

7-12 Epidémiologie de la maladie de Newcastle en milieu rural au Mali. Sylla M., Traoré B., Sidibé S., Keita S., Diallo F.C., Koné B., Ballo A., Sangaré M., Koné N'G. (*en français*)

13-16 Prévalence de *Salmonella* et *Campylobacter* dans les carcasses de poulet vendues au détail au Sénégal. Cardinale E., Perrier Gros-Claude J.D., Tall F., Cissé M., Guèye E.F., Salvat G. (*en anglais*)

17-20 Enquête sérologique de l'agalactie contagieuse à *Mycoplasma agalactiae* chez les petits ruminants au Mali. Diallo M., Cissé O., Niang M., Doucouré M., Koné M., Schalch L., Nicolet J., Roth J. (*en français*)

21-25 Contribution à l'étude de la maladie des abcès chez le dromadaire (*Camelus dromedarius*) dans la région de Nefzaoua (sud-ouest de la Tunisie). Seddik M.M., Ben Said M.S., Benzarti M., Khorchani T., Messadi L., Amara A. (*en français*)

PATHOLOGIE PARASITAIRE

27-32 Mouches tsé-tsé et trypanosomoses au Ghana au vingtième siècle. Mahama C.I., Mohammed H.A., Abavana M.A., Sidibé I.B., Koné A., Geerts S.C. (*en anglais*)

33-36 Trypanosomes résistants aux médicaments : une menace pour la production bovine du sud-ouest éthiopien. Chaka H., Abebe G. (*en anglais*)

37-42 Effet de la chimiothérapie sur le temps d'éjaculation augmenté et caractéristiques du sperme détérioré par une trypanosomose chez des taureaux croisés zébus x Frisons. Sekoni V.O., Rekwot P.I. (*en anglais*)

43-50 Parasitisme des petits ruminants dans la zone périurbaine de Sokodé, Togo. I. Ovins. Bastiaensen P., Dorny P., Batawui K., Boukaya A., Napala A., Hendrickx G. (*en français*)

51-56 Parasitisme des petits ruminants dans la zone périurbaine de Sokodé, Togo. II. Caprins. Bastiaensen P., Dorny P., Batawui K., Boukaya A., Napala A., Hendrickx G. (*en français*)

RESSOURCES ALIMENTAIRES

57-61 Etablir et comparer les spectres biologiques de plusieurs groupements végétaux. Aberlin J.-P., Daget P. (*en français*)

RESSOURCES ANIMALES

63-72 Croisement des bovins pour la production laitière sous les tropiques : effets des facteurs génétiques et environnementaux sur les performances des génotypes améliorés des hauts-plateaux de l'Ouest Cameroun. Djoko T.D., Mbah D.A., Mbanya J.N., Kanga P., Awah N.R., Bopelet M. (*en anglais*)

73-82 Enjeux et contraintes de l'élevage urbain et périurbain des petits ruminants à Maradi au Niger : quel avenir ? Ali L., Van den Bossche P., Thys E. (*en français*)

83-88 Performances de reproduction et de production des ovins de race Boujaâd au Maroc. Chikhi A., Boujenane I. (*en français*)

89-94 Régulation de l'absorption intestinale du calcium chez le chameau (*Camelus dromedarius*). El Khasmi M., Riad F., Safwate A., Farh M., Belhouari A., Hidane K., El Abbadi N., Coxam V., Faye B. (*en français*)

95-102 Actualités sur la reproduction chez la femelle dromadaire (*Camelus dromedarius*). Zarrouk A., Souilem O., Beckers J.F. (*en français*)

103-106 Influence comparée d'une alimentation à base de graines de soja cuites ou grillées sur les performances des porcs en croissance finition. Meffeja F., Dongmo T., Njifutie N., Djoukam J., Fotso J.M. (*en français*)

Contents

INFECTIOUS DISEASES

7-12 Epidemiology of Newcastle Disease in Rural Areas of Mali. Sylla M., Traoré B., Sidibé S., Keita S., Diallo F.C., Koné B., Ballo A., Sangaré M., Koné N'G. (*in French*)

13-16 Prevalence of *Salmonella* and *Campylobacter* in Retail Chicken Carcasses in Senegal. Cardinale E., Perrier Gros-Claude J.D., Tall F., Cissé M., Guèye E.F., Salvat G. (*in English*)

17-20 Serological Survey of Contagious Agalactia Caused by *Mycoplasma agalactiae* in Small Ruminants in Mali. Diallo M., Cissé O., Niang M., Doucouré M., Koné M., Schalch L., Nicolet J., Roth J. (*in French*)

21-25 Contribution to the Study of Abscess Disease in the Dromedary (*Camelus dromedarius*) in Nefzaoua Region (southwest of Tunisia). Seddik M.M., Ben Said M.S., Benzarti M., Khorchani T., Messadi L., Amara A. (*in French*)

PARASITIC DISEASES

27-32 Tsetse and Trypanosomes in Ghana in the Twentieth Century: a Review. Mahama C.I., Mohammed H.A., Abavana M.A., Sidibé I.B., Koné A., Geerts S.C. (*in English*)

33-36 Drug Resistant Trypanosomes: a Threat to Cattle Production in the Southwest of Ethiopia. Chaka H., Abebe G. (*in English*)

37-42 Effect of chemotherapy on elevated ejaculation time and deteriorated semen characteristics consequent to trypanosomosis in zebu x Friesian crossbred bulls. Sekoni V.O., Rekwot P.I. (*in English*)

43-50 Small Ruminant Parasitism in the Suburban Area of Sokode, Togo. I. Sheep. Bastiaensen P., Dorny P., Batawui K., Boukaya A., Napala A., Hendrickx G. (*in French*)

51-56 Small Ruminant Parasitism in the Suburban Area of Sokode, Togo. II. Goats. Bastiaensen P., Dorny P., Batawui K., Boukaya A., Napala A., Hendrickx G. (*in French*)

FEED RESOURCES

57-61 Establish and Compare the Life Form Spectra of Several Plant Groups. Aberlin J.-P., Daget P. (*in French*)

ANIMAL RESOURCES

63-72 Crossbreeding Cattle for Milk Production in the Tropics: Effects of Genetic and Environmental Factors on the Performance of Improved Genotypes on the Cameroon Western High Plateau. Djoko T.D., Mbah D.A., Mbanya J.N., Kamba P., Awah N.R., Bopelet M. (*in English*)

73-82 Challenges and Constraints of Urban and Suburban Small Ruminant Breeding in Maradi, Niger: What Kind of Future? Ali L., Van den Bossche P., Thys E. (*in French*)

83-88 Reproduction and Production Performances of Boujaâd Breed of Sheep in Morocco. Chikhi A., Boujenane I. (*in French*)

89-94 Regulation of Calcium Intestinal Absorption in the Camel Calf (*Camelus dromedarius*). El Khasmi M., Riad F., Safwate A., Farh M., Belhouari A., Hidane K., El Abbadi N., Coxam V., Faye B. (*in French*)

95-102 Update on the Reproduction of She-Camels (*Camelus dromedarius*). Zarrouk A., Souilem O., Beckers J.F. (*in French*)

103-106 Comparative Effect of Diets Containing Cooked and Roasted Soybeans on Growth Performances of Growing Finishing Pigs. Meffeja F., Dongmo T., Njifutie N., Djoukam J., Fotso J.M. (*in French*)

Sumario

PATOLOGIA INFECCIOSA

7-12 Epidemiología de la enfermedad de Newcastle en un medio rural de Mali. Sylla M., Traoré B., Sidibé S., Keita S., Diallo F.C., Koné B., Ballo A., Sangaré M., Koné N'G. (*en francés*)

13-16 Prevalencia de *Salmonella* y *Campylobacter* en carcasas de pollo a la venta en Senegal. Cardinale E., Perrier Gros-Claude J.D., Tall F., Cissé M., Guèye E.F., Salvat G. (*en inglés*)

17-20 Encuesta serológica de la agalactia contagiosa por *Mycoplasma agalactiae* en los pequeños rumiantes en Malí. Diallo M., Cissé O., Niang M., Doucouré M., Koné M., Schalch L., Nicolet J., Roth J. (*en francés*)

21-25 Contribución al estudio de la enfermedad de los abscesos en el dromedario (*Camelus dromedarius*) en la región de Nefzaoua (sudoeste de Túnez). Seddik M.M., Ben Said M.S., Benzarti M., Khorchani T., Messadi L., Amara A. (*en francés*)

PATOLOGIA PARASITARIA

27-32 Tsé-tsé y tripanosomosis en Ghana en el siglo veinte: una revisión. Mahama C.I., Mohammed H.A., Abavana M.A., Sidibé I.B., Koné A., Geerts S.C. (*en inglés*)

33-36 Tripanosomosis resistentes a las drogas: una amenaza a la producción de ganado en el sudoeste de Etiopía. Chaka H., Abebe G. (*en inglés*)

37-42 Efecto de la quimioterapia sobre el tiempo de eyaculación elevado y características de semen deteriorado como consecuencia a una tripanosomosis en cruces de toros Cebú x Friesian. Sekoni V.O., Rekwot P.I. (*en inglés*)

43-50 Parasitismo de los pequeños rumiantes en la zona peri-urbana de Sokodé, Togo. I. Ovinos. Bastiaensen P., Dorny P., Batawui K., Boukaya A., Napala A., Hendrickx G. (*en francés*)

51-56 Parasitismo de los pequeños rumiantes en la zona peri urbana de Sokodé, Togo. II. Caprinos. Bastiaensen P., Dorny P., Batawui K., Boukaya A., Napala A., Hendrickx G. (*en francés*)

RECURSOS ALIMENTICIOS

57-61 Establecer y comparar los espectros biológicos de varios grupos vegetales. Aberlin J.-P., Daget P. (*en francés*)

RECURSOS ANIMALES

63-72 Cruces de ganado para la producción láctea en los trópicos: efectos de los factores genéticos y ambientales en el rendimiento de los genotipos mejorados en las mesetas altas de Camerún del Oeste. Djoko T.D., Mbah D.A., Mbanya J.N., Kanga P., Awah N.R., Bopelet M. (*en inglés*)

73-82 Riesgos y obstáculos de la cría urbana y peri-urbana de los pequeños rumiantes en Maradi, Níger: cuál es el futuro? Ali L., Van den Bossche P., Thys E. (*en francés*)

83-88 Rendimiento de reproducción y de producción de los ovinos de raza Boujaâd en Marruecos. Chikhi A., Boujenane I. (*en francés*)

89-94 Regulación de la absorción intestinal de calcio en el camellejo (*Camelus dromedarius*). El Khasmi M., Riad F., Safwate A., Farh M., Belhouari A., Hidane K., El Abbadi N., Coxam V., Faye B. (*en francés*)

95-102 Actualidades sobre la reproducción en la hembra dromedaria (*Camelus dromedarius*). Zarrouk A., Souilem O., Beckers J.F. (*en francés*)

103-106 Influencia comparada de una alimentación basada en granos de soja cocidos o asados sobre los rendimientos de cerdos en crecimiento de acabado. Meffeja F., Dongmo T., Njifutie N., Djoukam J., Fotso J.M. (*en francés*)

Epidémiologie de la maladie de Newcastle en milieu rural au Mali

M. Sylla¹ B. Traoré¹ S. Sidibé²
S. Keita¹ F.C. Diallo¹ B. Koné¹
A. Ballo¹ M. Sangaré¹ N'G. Koné¹

Mots-clés

Volaille – Poulet – Pintade – Dindon –
Maladie de Newcastle – Mali.

Résumé

La maladie de Newcastle constitue une des principales contraintes au développement de l'aviculture villageoise au Mali. Les mortalités sont très élevées faute d'un plan de lutte adéquat. La présente étude, réalisée de 1996 à 2000, a eu pour but d'apporter une contribution à l'étude des particularités épidémiologiques de la maladie de Newcastle en milieu rural. Quatre sites ont été choisis dans les zones agroclimatiques soudanienne Sud, soudanienne Nord, sahélienne et du delta intérieur du Niger. Un observateur chargé du suivi clinicoépidémiologique dans les élevages a été basé dans chaque site. Dans chaque cas d'éclatement de foyer, des prélèvements ont été envoyés au Laboratoire central vétérinaire pour être analysés. L'étude a permis d'établir que le taux moyen de prévalence était de 32,9 p. 100 avec une variation entre 12,1 p. 100 en zone soudanienne Sud et 38,8 p. 100 en zone sahélienne. La saison sèche froide, avec 63 p. 100 des cas, a été la période favorable à l'éclosion des foyers, comparativement à la saison pluvieuse au cours de laquelle a été enregistré un taux de 15 p. 100. Les espèces aviaires affectées ont été le poulet, la pintade et le dindon. Les taux de morbidité, de mortalité et de létalité ont varié respectivement entre 8 et 100 p. 100, entre 5,7 et 82 p. 100, et entre 10 et 100 p. 100. Trois périodes de pics ont été établies : janvier, mai et novembre. En 1998 a été enregistré le nombre le plus élevé de cas de la maladie.

■ INTRODUCTION

L'aviculture villageoise, renfermant 90 à 95 p. 100 du cheptel aviaire malien estimé à 22 millions de sujets (6, 11), est une activité importante du sous-secteur de l'élevage au Mali. Son développement est devenu un élément de stratégie de développement économique et social dans plusieurs pays en développement. Son essor contribue largement à lutter contre la pauvreté, à assurer la sécurité alimentaire et à promouvoir la femme rurale (15). Depuis la dévaluation du franc Cfa en janvier 1994, l'aviculture villageoise en zone soudano-sahélienne est devenue exportatrice. La fluidité du circuit, son faible coût logistique et la résistance aux maladies de la race locale en sont les atouts du système. Toutefois, il existe de nombreux facteurs limitants pour le développement de

1. Institut d'économie rurale, programme Volaille, BP 262, Bamako, Mali
Tél. : 224 35 82 ; fax : 22 37 75
E-mail : progvolaille.sotuba@ier.ml

2. Laboratoire central vétérinaire, BP 2295, Bamako, Mali
Tél. : 224 33 44 ; fax : 24 98 09
E-mail : labovet@datatech.net.ml ou dgicv@datatech.toolnet.org

cet élevage traditionnel, dont la maladie de Newcastle qui occasionne de fortes mortalités. Cette mortalité systématique a d'ailleurs entraîné une démotivation et un désintérêt profond du paysan à l'égard de l'élevage de volailles lorsqu'il n'était pas informé de la possibilité de vacciner ses oiseaux (13).

La maladie est causée par un paramyxovirus affectant les volailles, et les oiseaux sauvages et domestiques. Elle est caractérisée par une grande variabilité de la morbidité, de la mortalité, des signes cliniques et des lésions (12). Les poules, pintades, perdrix, faisans, cailles et dindes sont les espèces les plus sensibles (10). La présente étude, menée de 1996 à 2000, a eu pour but d'apporter une contribution à l'étude des particularités épidémiologiques de la maladie de Newcastle en milieu rural du Mali et de proposer un programme approprié de lutte.

■ MATERIEL ET METHODES

Sites de l'étude

Le choix des sites a été réalisé en collaboration avec les services techniques d'encadrement en raison de leur connaissance du milieu. Au moins trois localités, pouvant servir de sites potentiels, ont été proposées aux auteurs et un groupe de contacts a été organisé avec les aviculteurs dans chacun d'eux. Des informations sur

les données générales du village et l'aviculture en particulier ont été récoltées. L'accessibilité des sites en toute saison, l'importance des effectifs aviaires, la présence d'un marché à volailles, d'associations d'aviculteurs, d'une chaîne de froid pour la conservation des prélèvements, l'incidence des maladies aviaires, l'adhésion du promoteur, ont été les critères qui ont permis d'opérer un choix définitif. Les sites retenus ont été Balamoussala en zone sahélienne, Tiendo en zone soudanienne Nord, Kignan en zone soudanienne Sud, Barbé dans le delta du Niger (figure 1) Les caractéristiques météorologiques des sites durant la période d'étude figurent au tableau I.

Mode d'élevage

L'aviculture villageoise est avant tout familiale, en petits effectifs individuels très dispersés, d'une productivité faible. Toutefois, elle est adaptée, avec des coûts d'intrants et d'investissements faibles, aux conditions de vie des populations paysannes, donc à leurs besoins alimentaires, sociaux et économiques. Plusieurs espèces et catégories physiologiques partagent le même habitat. Le poulet, avec plus de 80 p. 100 des effectifs, est l'espèce la plus représentative.

Les poulaillers sont en général de type traditionnel ou amélioré. Les normes de densité, d'aération et d'hygiène sont rarement respectées.



Figure 1 : zones agroclimatiques du Mali.

Tableau I

Caractéristiques météorologiques des sites de l'étude : moyennes de 1996 à 2000

Sites	Altitude (m)	Longitude O (°)	Latitude N (°)	T. min. ¹ (°C)	T. max. ² (°C)	H. rel. min. ³ (%)	H. rel. max. ⁴ (%)	Pluviométrie (mm)
Balamoussala	288	-06,09	13,24	22,7	36,7	37	69	662,1
Tiendo	315	-06,48	12,29	21,7	34,3	33	69	916,6
Kignan	348	-06,01	11,51	21,6	33,5	36	72	871,6
Barbé	271	-04,06	14,41	22,6	36,3	24	59	489

¹ Température minimale² Température maximale³ Humidité relative minimale⁴ Humidité relative maximale

Source : direction nationale de la météorologie (2001)

Les mangeoires sont constituées de vieilles tôles, de bois ou de vieilles assiettes, et les abreuvoirs de boîtes de conserves ou de poteries en terre cuite. Les oiseaux glanent leur nourriture dans la nature. Un complément, constitué généralement de graines et/ou de son de céréales, est offert le matin à leur sortie du poulailler ou le soir à leur retour, suivant les moyens du paysan. Certains offrent aussi des termites à partir de termitières récoltées dans la nature.

Suivi clinicoépidémiologique des élevages avicoles et prélèvements d'échantillons

Un observateur, chargé du suivi clinicoépidémiologique dans les élevages, a été installé dans chaque site. Les aviculteurs ont été sensibilisés par rapport aux objectifs de l'étude et à la collaboration avec l'observateur qui devait effectuer un passage quotidien dans les élevages. Les observations ont porté sur l'évolution des effectifs, le nombre de sujets malades, la description des signes cliniques, le nombre de sujets morts, la période d'apparition des maladies, les espèces et catégories aviaires affectées.

Le suivi clinique a été fait tout au long de l'année, laquelle peut être subdivisée en saison sèche froide (de novembre à février), en saison sèche chaude (de mars à mai) et en saison pluvieuse (de juin à octobre). En cas de foyer, des prélèvements sanguins étaient effectués sur des oiseaux malades pour l'obtention de sérum. Après les autopsies sur des cadavres frais ou sacrifiés, des organes (poumons, trachée, larynx, cerveau, proventricule, gésier, ovaires, cloaque et caeca) étaient prélevés et envoyés au Laboratoire central vétérinaire de Bamako pour réaliser des examens.

Techniques de diagnostic au laboratoire

La confirmation des différentes suspicions de maladie de Newcastle a été basée essentiellement sur l'isolement du virus sur œufs embryonnés âgés de 9 à 11 jours et son identification a été faite à l'aide du test d'hémagglutination et d'inhibition de l'hémagglutination. Certains cas de suspicion de la maladie de Newcastle, chez des sujets n'ayant jamais été vaccinés, ont été confirmés à travers le dépistage d'anticorps spécifiques postinfectieux à l'aide du test d'inhibition de l'hémagglutination.

Prévalence, taux de morbidité, de mortalité, de létalité et répartition saisonnière de la maladie

Le taux de prévalence a été calculé en rapportant le nombre de cas confirmés sur le nombre total de cas suspects de maladie de

Newcastle. Les taux de morbidité, de mortalité et de létalité ont également été déterminés. Le taux de morbidité a été égal au nombre de sujets malades sur l'effectif total du cheptel de l'exploitation ; le taux de mortalité a été égal au nombre de sujets morts sur l'effectif total du cheptel de l'exploitation ; le taux de létalité a été égal au nombre de sujets morts sur le nombre de sujets malades dans l'exploitation. La répartition saisonnière a été déterminée en faisant le ratio du nombre de cas enregistrés au cours d'une saison donnée sur le nombre total de cas enregistrés dans l'année.

■ RESULTATS

Signes cliniques

La maladie a été caractérisée par la torpeur, l'abattement, la cyanose de la crête. Les troubles digestifs se sont manifestés le plus souvent par de l'anorexie et des diarrhées, et les troubles respiratoires par des halètements, de la dyspnée, des râles, du jetage bucco-nasale, de la toux. L'incoordination motrice, les tremblements, le torticolis, la paralysie des ailes et des pattes ont caractérisé les troubles nerveux. Une forme atypique, avec l'absence de signes nerveux et avec des signes respiratoires moins développés, a été également observée.

Lésions

Les principales lésions chez les sujets abattus ou morts ont été des hémorragies sous forme de pétéchies sur la muqueuse du proventricule, du gésier et de la paroi intestinale, l'accumulation de sécrétions visqueuses dans la cavité buccale et la trachée artère, une laryngite et une trachéite congestives.

Caractéristiques épidémiologiques

Les effectifs moyens de volailles ont varié par exploitation entre 29 sujets à Barbé et 71 à Tiendo. Les effectifs minimums ont varié entre 3 et 27 et les maximums entre 70 et 200 par exploitation. La maladie a été caractérisée par une haute contagiosité et a sévi sur les individus de tout âge. Sa propagation a été rapide du fait du contact permanent entre les volailles d'un même village et du transport de poulets entre villages. La contamination des élevages se fait par voie aérienne et explique la très grande transmission d'un élevage à l'autre de la maladie en période de vents.

Les espèces aviaires affectées ont été le poulet, la pintade et le dindon, de toutes catégories physiologiques. Au total, 104 foyers ont

été enregistrés dans les quatre zones agroclimatiques. Le taux de prévalence par site est illustré à la figure 2. Le taux de morbidité a varié entre 8 et 100 p. 100, le taux de mortalité entre 5,7 et 82 p. 100 et le taux de létalité entre 10 et 100 p. 100.

La maladie a sévi principalement en saison sèche froide (63 p. 100), puis en saison sèche chaude (22 p. 100) et en saison pluvieuse (15 p. 100) (figure 3). Le taux de prévalence a augmenté progressivement de 1996 (18,8 p. 100) à 1998 (49,4 p. 100) pour décroître en 1999/2000 (figure 4). L'évolution annuelle de la maladie a montré trois pics : aux mois de janvier, mai et novembre (figure 5).

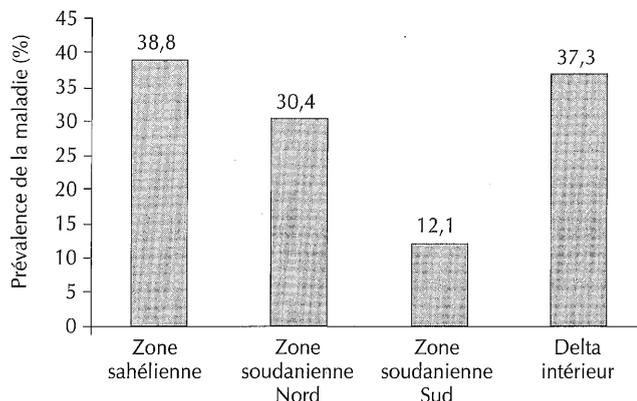


Figure 2 : taux de prévalence de la maladie de Newcastle par zone agroclimatique au Mali.

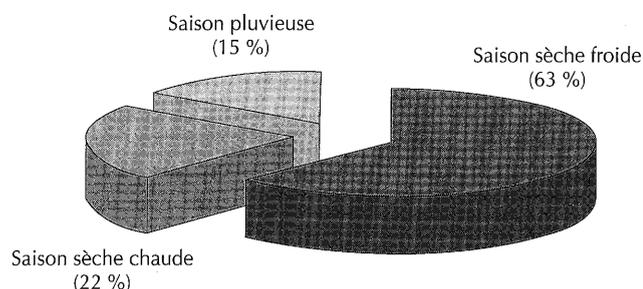


Figure 3 : répartition saisonnière de la maladie de Newcastle au Mali.

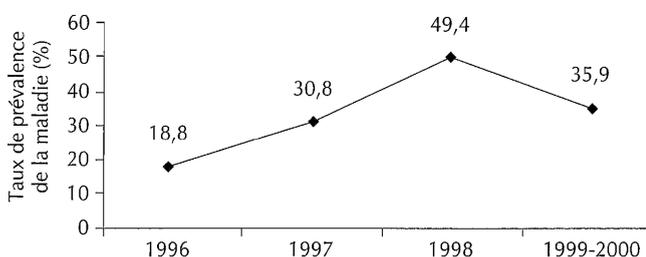


Figure 4 : variation pluriannuelle du taux de prévalence de la maladie de Newcastle au Mali.

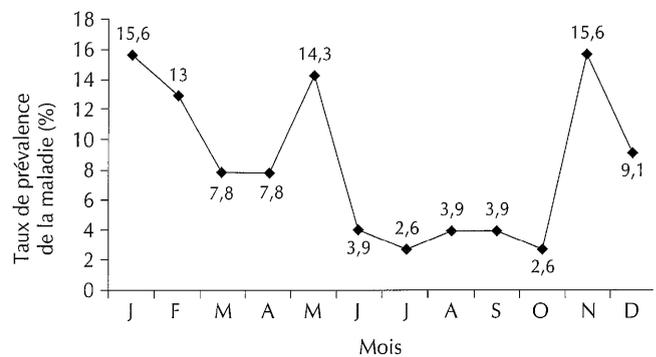


Figure 5 : évolution annuelle du taux de prévalence de la maladie de Newcastle au Mali.

■ DISCUSSION

Excepté le site de Kignan, le taux de prévalence a été supérieur à 30 p. 100 dans les autres sites. Dans ce site, la faible incidence de la maladie pourrait s'expliquer par l'implantation, durant la période d'étude, d'un important réseau de distribution des produits vétérinaires dans le Mali Sud, dont le vaccin contre la maladie de Newcastle, et la formation d'un nombre important de promoteurs d'élevages villageois grâce à l'appui du Projet d'appui à l'élevage Mali Sud III. Ainsi, entre 1995 et 1997, le chiffre de vaccination est passé de 100 000 à plus de 3,5 millions par an dans ladite zone (13).

Au cours des enquêtes sérologiques sur les principales viroses de la volaille, entre 1989 et 1991, il est ressorti que le virus de la maladie de Newcastle circulait dans les cinq sites visités avec une prévalence variant entre 14,28 p. 100 en zone sahélienne et 59,09 p. 100 en zone soudanienne Nord (14). Contrairement à ces résultats d'enquêtes, c'est en zone sahélienne qu'a été enregistré le taux de prévalence le plus élevé (38,8 p. 100), tandis qu'en zone soudanienne Nord, il a été de 30,4 p. 100.

Les taux obtenus au cours de l'étude restent en deçà du taux de 70 p. 100 enregistré au cours d'enquêtes effectuées entre 1984 et 1992 (7) et des taux d'infection variant entre 46,6 p. 100 et 52,27 p. 100, suite à l'enquête menée dans les régions de Kayes, Koulikoro et le district de Bamako (8). En effet, les tailles d'échantillons dans les sites de la présente étude ont été nettement supérieures à celles des précédentes enquêtes (7, 8). Il en est de même pour celles rapportées au cours d'une enquête préliminaire sur la production des animaux de basse-cour dans la zone de Niono. Là, les effectifs moyens de poulets par famille dans la zone concernée étaient de 17,6 pour le système urbain, 21,6 pour le système riz et 11,4 pour le système mil (9).

Au Niger un taux de 14 p. 100 a été obtenu au cours d'une enquête sérologique réalisée sur les pathologies aviaires en milieu rural (4) et des taux variant entre 80 et 100 p. 100 ont été rapportés en Côte d'Ivoire (3). Les taux de mortalité enregistrés ont été comparables à ceux rapportés au Sénégal qui ont varié entre 30 et 70 p. 100, suite à une épidémie ayant affecté les exploitations avicoles de la zone de Dakar, entre décembre 1994 et juillet 1995 (1). La prévalence individuelle de la maladie de Newcastle en élevage traditionnel augmente significativement en saison sèche (84 p. 100) et en saison des pluies (98 p. 100) (1).

Des études menées au Nigeria (2) et au Zaïre (5) ont montré des résultats similaires en fonction des saisons. Selon Bahus (2), c'est

pendant la saison sèche (de janvier à mars) que la maladie est particulièrement virulente. D'après Eyanga (5), la maladie sévit dans la partie sud du Zaïre en janvier, février, mars et avril, contrairement à la partie nord où elle cause des ravages chez les oiseaux entre septembre et février. L'harmattan favoriserait la propagation du virus (3). Une recrudescence de la maladie a été constatée après 1999, correspondant à l'arrêt de certaines opérations de développement qui intervenaient dans la vaccination contre la maladie de Newcastle.

■ CONCLUSION

Le virus de la maladie de Newcastle circule dans les quatre zones agroclimatiques en toute saison. Les foyers épizootiques ont été observés en saison sèche froide et en saison sèche chaude. Les pertes causées ont été importantes. Toutes les espèces et catégories aviaires ont été affectées. Le taux de prévalence a varié d'une année à l'autre et le plus élevé a été enregistré en 1998. Les mois de janvier, mai et novembre ont été les trois périodes de pic de l'année.

Les volailles doivent être immunisées au plus tard en octobre pour assurer une protection durant la saison sèche froide et au plus tard

en mars pour couvrir le reste de l'année. Les poussins nés après les campagnes de vaccination doivent être immunisés au fur et à mesure. Les immunisations doivent concerner les poulets mais aussi les autres espèces aviaires qui, sans être aussi sensibles que les poulets au virus de la maladie de Newcastle, constituent un maillon important dans le cycle épidémiologique de cette maladie. La vaccination, aussi efficace soit-elle, ne pourra agir pleinement que si elle est accompagnée de mesures sanitaires de prévention qui permettent soit d'éviter l'introduction du virus dans une région saine, soit de le faire disparaître à partir des foyers lors de l'apparition de la maladie.

Remerciements

Nous remercions sincèrement le Programme national de la recherche agricole qui a financé l'étude, toutes les structures locales de développement des sites qui ont bien voulu coopérer avec l'équipe de recherche, les observateurs pour leur courage et leur abnégation, les aviculteurs collaborateurs qui ont bien voulu mettre leur cheptel à notre disposition pendant toute la durée de l'étude et les agents d'appui technique, à tous les niveaux, sans lesquels ces résultats ne seraient disponibles.

BIBLIOGRAPHIE

1. ARBELOT B., DAYON J.F., MAMIS D., GUEYE J.C., TALL F., SAMB H., 1997. Enquête sérologique sur la prévalence des principales pathologies aviaires au Sénégal. Rapport. Dakar, Sénégal, Isra, Laboratoire de pathologies aviaires, 9 p.
2. BAHUS J., 1993. La maladie de Newcastle aux premières loges. *Afr. Agric.*, n° 200 : 15-16.
3. COUACY-HYMAN E., SANOGO B., DOMENECH J., 1991. Épidémiologie de la maladie de Newcastle en Côte d'Ivoire. In : Proc. Workshop Newcastle Disease Vaccines for Rural Africa, PANVAC, Debre Zeit, Addis Ababa, Ethiopia, 22-26 April 1991, p. 65-68.
4. COURTECUISSÉ C., JAPIOT F., BLOCH N., DIALLO I., 1990. Enquête sérologique sur la maladie de Newcastle et de Gumboro, la pasteurellose et la pullorose chez les poules de race locale au Niger. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **43** : 27-29.
5. EYANGA E., 1991. La maladie de Newcastle au Zaïre. In : Proc. Workshop Newcastle Disease Vaccines for Rural Africa, PANVAC, Debre Zeit, Addis Ababa, Ethiopia, 22-26 April 1991, p. 69-72.
6. KOUNTA A.O.S., 1992. Note technique sur le développement de l'aviculture au Mali. *Tropicicultura*, **10** : 103-105.
7. KOUNTA A.O.S., 1993. Mali. Vers un développement de l'aviculture villageoise. *Afric. Agric.*, n° 202 : 17-19.
8. KOUNTA A.O.S., 1995. Maladie de Newcastle. Principal fléau des élevages villageois. *Afric. Agric.*, n° 223 : 56.
9. KUIT H.G., TRAORE A., WILSON R.T., 1985. Enquête préliminaire sur les animaux de basse-cour dans la zone de Niono. Bamako, Mali, CIPEA. (Document de programme n° AZ 144A)
10. Maladie de Newcastle. Tout savoir sur le virus et la vaccination, 1996. *Afr. Agric.*, n° 234 : 46-48.
11. Ministère de l'Agriculture, de l'élevage et des eaux et forêts, 1991. Rapport annuel. Bamako, Mali, direction nationale de l'Élevage.
12. MEULEMANS G., 1992. Maladie de Newcastle et infections à paramyxovirus. In : Manuel de pathologie aviaire. Maisons-Alfort, France, école nationale vétérinaire, 381 p.
13. REMOND G., FERMET QUINET E., 2000. La vaccination contre la maladie de Newcastle en aviculture villageoise. Un facteur de développement impliquant tous les acteurs de la filière. *Afr. Agric.*, n° 281 : 74-75.
14. TOUNKARA K., DIALLO B.O., SECK B.M., TRAORE A., SAMAKE K., 1995. Prévalence sérologique des principales viroses du bétail et de la volaille au Mali. *Revue malienne Sci. Tech.*, n° 3 : 30-35.
15. TRAORE A., 1999. Requirements for family poultry development. First INFPD/FAO Electronic Conference on Family Poultry, the Scope and Effect of Family Poultry Research and Development.

Accepté le 29.03.2004

Summary

Sylla M., Traoré B., Sidibé S., Keita S., Diallo F.C., Koné B., Ballo A., Sangaré M., Koné N'G. Epidemiology of Newcastle Disease in Rural Areas of Mali

The Newcastle disease constitutes one of the main constraints to poultry farming development at the village level in Mali, causing high mortality. This study was carried out between 1996 and 2000 with the aim to contribute to the epidemiological characteristics of the disease in rural areas of Mali and to propose a suitable plan for prevention. The four study sites were selected in the agroclimatic regions of Mali: North Sudanian, South Sudanian, Sahelian and Niger River inland delta. An observer in charge of monitoring the clinical and epidemiological aspects of the disease was based on each site. For each outbreak, samples were collected and sent to the Central Veterinary Laboratory of Bamako for analysis. The mean prevalence rate was 32.9% with a variation between 12.1% in the South Sudanian zone and 38.8% in the Sahelian zone. The majority of the outbreaks (63%) occurred in the cold dry season, as opposed to the rainy season during which 15% of the cases were recorded. The main avian species affected were the chicken, fowl and turkey. Morbidity rates varied between 8-100%, mortality rates between 5.7-82%, and lethality rates between 10-100%. The three peaks of the disease occurred in January, May and November. The highest number of Newcastle disease cases were recorded in 1998.

Key words: Poultry – Chicken – Guinea fowl – Turkey – Newcastle disease – Mali.

Resumen

Sylla M., Traoré B., Sidibé S., Keita S., Diallo F.C., Koné B., Ballo A., Sangaré M., Koné N'G. Epidemiología de la enfermedad de Newcastle en un medio rural de Mali

La enfermedad de Newcastle constituye uno de los principales obstáculos al desarrollo de la avicultura de pueblo en Mali. Las mortalidades son muy elevadas, por falta de un plan de lucha adecuado. El presente estudio, realizado de 1996 a 2000, tuvo por finalidad la de aportar una contribución al estudio de las particularidades epidemiológicas de la enfermedad de Newcastle en medio rural. Se escogieron cuatro sitios en las zonas agro-climáticas sudanesa sur, sudanesa norte, sahariana y del delta interior del Níger. Se basó un observador encargado del seguimiento clínico-epidemiológico en cada producción. En cada caso de brote, se enviaron muestras para análisis al Laboratorio central veterinario. El estudio permitió establecer que la tasa media de prevalencia fue de 32,9%, con una variación entre 12,1% en zona sudanesa sur y 38,8% en zona sahariana. La estación seca y fría, con 63% de los casos, fue el periodo favorable para la aparición de los brotes, en comparación con la estación lluviosa, durante la cual se registró una tasa de 15%. Las especies avícolas afectadas fueron el pollo, la pintada (gallina de Guinea) y el pavo. Las tasas de morbilidad, de mortalidad y de letalidad variaron respectivamente entre 8% y 100%, entre 5,7 y 82% y entre 10% y 100%. Se establecieron tres periodos de picos: enero, mayo y noviembre. En 1998 se registró el número de casos más elevado.

Palabras clave: Ave de corral – Pollo – Gallina de Guinea – Pavo – Enfermedad de Newcastle – Malí.

Prevalence of *Salmonella* and *Campylobacter* in Retail Chicken Carcasses in Senegal

E. Cardinale^{1*} J.D. Perrier Gros-Claude²
F. Tall³ M. Cissé³ E.F. Guèye³ G. Salvat⁴

Key words

Chicken – *Campylobacter* –
Salmonella – Freezing –
Refrigeration – Senegal.

Summary

From January 2001 to May 2002, 300 chicken carcasses from retail shops in Dakar were examined for prevalence of *Salmonella* and *Campylobacter*. Of these, 146 were fresh products, 58 were refrigerated and 96 were frozen. *Salmonella* was isolated from 96 (32%) of the carcasses analyzed. The most prominent *Salmonella* serovars were *Salmonella* Hadar (41.6%) and *Salmonella* Brancaster (20.8%). *Campylobacter* spp. was isolated from 168 (56%) of the samples. *C. jejuni* was more frequently isolated (59%) than *C. coli* (27%). The contamination rates for *Campylobacter* were significantly different in relation to the type of carcass: 76% for fresh, 53% for chilled and 28% for frozen.

INTRODUCTION

Infections with *Salmonella* or *Campylobacter* are two of the most common causes of gastroenteritis worldwide. In developed countries, investigations have shown that infections caused by *Campylobacter* spp. may be as serious as those by *Salmonella* spp., both in frequency and severity of symptoms. These microorganisms are also a public health concern and a source of common complications in HIV-infected patients. Contaminated

food is the usual source of human infections, and poultry products are considered the major infectious route for humans. Thus, reducing *Salmonella* and *Campylobacter* contamination of poultry products will reduce the risk of food borne disease to consumers.

To prevent chicken carcass contamination, it is important to control *Salmonella* spp. and *Campylobacter* spp. infections along the food production chain. But in spite of improved hygiene at the farm and slaughterhouse levels, numerous poultry carcasses remain infected in retail shops. Most of the reported human *Campylobacter* infection is associated with improper handling of raw chicken, eating raw or undercooked chicken and poor kitchen hygiene.

In Senegal, little is known regarding the occurrence of food borne disease caused by *Salmonella* or *Campylobacter*. For this reason, the authors decided to search for these bacteria on chicken carcasses, an increasingly consumed product. Thus, the aim of this study was to determine the prevalence of *Salmonella* and *Campylobacter* on chicken carcasses obtained from retail outlets in Dakar, capital-city of Senegal.

1. Cirad-emvt, TA 30/A, campus international de Baillarguet, 34398 Montpellier Cedex 5, France

2. Institut Pasteur, BP 220, Dakar, Senegal

3. ISRA-LNERV, BP 2057, Dakar-Hann, Senegal

4. AFSSA Ploufragan, BP 46, F22440 Ploufragan, France

* Corresponding author

Present address: ISRA-LNERV, Dakar-Hann, Senegal

Tel.: +221 832 36 58; Fax: +221 821 18 79; E-mail: eric.cardinale@cirad.fr

MATERIALS AND METHODS

Samples

Between January 2001 and May 2002, 300 locally produced chicken carcasses were collected from retail outlets in Dakar. Of these, 146 were fresh, 58 were refrigerated and 96 were frozen. Chicken portions were not sampled as these were all imported. Carcasses were transported to the laboratory after being collected in a portable cooler at a temperature of 4°C, and microbiological analysis was carried out immediately.

Isolation and identification of Salmonella

Skin samples (25 g) taken from multiple points on the breast were homogenized in a stomacher lab-blender 400 (Seward, London, England) with buffered peptone water (AES Laboratoire, Combours, France) in 1:10 sample/broth ratio at 37°C for 18–20 h. Two milliliters of this pre-enrichment broth were used to inoculate 20 ml of Müller-Kauffmann tetrathionate broth (AES Laboratoire, Combours, France) and 100 µl of the pre-enriched broth were used to inoculate a modified semi-solid Rappaport Vassiliadis (MSRV) (Merck, Nogent sur Marne, France) agar plate. The media were incubated at 42°C and 41.5°C respectively for 24 h. Growth more than 20 mm from the point of inoculation on MSRV was streaked onto *Salmonella-Shigella* (SS) agar plates. The tetrathionate broth culture was streaked onto xylose lysine tergitol-4 (XLT4) agar plates (AES Laboratoire, Combours, France). SS and XLT4 agar plates were incubated at 37°C for 24 h. Typical *Salmonella* colonies were confirmed by biochemical assays on Kligler Hajna medium, ONPG medium and lysine decarboxylase, then serotyped by slide agglutination test using *Salmonella* polyvalent O and H antisera (Diagnostic Pasteur, Paris, France).

Isolation and identification of Campylobacter

Bacterial strains and culture conditions

Skin samples (25 g) were added to 225 ml of Preston broth with Preston antibiotic supplement (Oxoid, England) and incubated at 42°C for 24 h under microaerophilic conditions (Campygen, Oxoid laboratory, England). Each sample was then streaked onto Vibriion plates (Mueller Hinton agar, Merck, Germany; Bacto agar, Difco laboratory, USA; with 5% of defibrinated horse blood, AES laboratory, France) and onto Karmali plates (Oxoid, England). Plates were incubated at 42°C under microaerophilic conditions for 48 h. Isolates were identified using a commercial identification method (API Campy®, bioMérieux, France) and multiplex PCR.

DNA extraction and PCR

Identification of every isolate was confirmed by a multiplex PCR, using specific primers for the *Campylobacter* genus (MD16S1, MD16S2), *C. jejuni* species (MDMapA1, MDMapA2) and *C. coli* species (COL3, MDCOL2). Briefly, *Campylobacter* spp. colonies from a blood agar plate were suspended in 0.2 ml TE buffer. Cells were lysed by heating at 95°C for 10 min, and cellular debris was removed by centrifugation at 5000 g for 10 min. The supernatant was used as a template source for DNA amplification. Each multiplex PCR tube contained 200 µM deoxynucleoside triphosphate, 2.5 µl of 10X reaction buffer, 20 mM MgCl₂, 0.11 µM *Campylobacter* genus primers, 0.42 µM *C. jejuni* primers and 0.42 µM *C. coli* primers. Template DNA (3 µl) was added and the volume adjusted with sterile water to give 30 µl. DNA amplification was carried out in a Perkin-Elmer 9600® thermocycler using an initial denaturation step at 95°C for 10 min, followed by 35 cycles. Cycling conditions were as follows: denaturation, 95°C for 30 s; annealing 59°C for 90 s; extension

72°C for 1 min. After the last cycle, a final extension step at 72°C for 10 min was added. Ten microliters of PCR product were analyzed by gel electrophoresis (1.5% gel agarose). Gels were stained with ethidium bromide at 0.5 µl/ml and viewed by UV transillumination. A 100-bp DNA ladder (Amersham Biosciences, France) was used as a size marker. Negative controls were added in each run. Positive PCR controls consisted of *C. jejuni* subsp. *jejuni* ATCC 49943 and *C. coli* ATCC 49941.

Statistical analysis

Data were entered and analyzed with SPSS, version 10 (SPSS Inc, Chicago, USA). The χ^2 test was used for statistical analysis of the significant difference of contamination rates according to the preservation pattern. An α of 0.05 was used for statistical significance.

RESULTS

Salmonella was isolated from 96 (32%) of the 300 samples processed, whereas *Campylobacter* was isolated from 168 (56%). Both genera were found together in 54 (18%) samples while 117 samples (39%) were negative for these two bacteria. Eight different *Salmonella* serotypes were isolated from chicken carcasses (Table I). The most prevalent *Salmonella* serovars were *Salmonella* Hadar and *Salmonella* Brancaster. Only two species of *Campylobacter* were recovered from the carcasses; *C. jejuni* was more frequently isolated (59%) than *C. coli* (27%). Both species together were recovered from 14% of the samples.

DISCUSSION

Salmonella

Compared to the present study, many authors found a higher prevalence of *Salmonella* in other developing countries: 51.2% in Argentina, 68.2% in Ethiopia, and 72% in Thailand. Conversely, *Salmonella* spp. was detected in only 25.9% of raw broilers in Korea. In developed countries, the levels of *Salmonella* contamination in chicken ranged from 15 to 70% and the average value was about 35%: 16% in Ireland, 22% in the USA, 36.5% in Belgium and 55% in Spain.

Even if the serotypes isolated vary geographically, *Salmonella* Hadar has been frequently isolated from chickens throughout the world. Dominguez et al. in Spain, Jorgensen et al. in the United Kingdom, and Roy et al. in the USA showed that *Salmonella* Hadar was one of the most prevalent serovars in chicken products. However, *Salmonella* Brancaster was not isolated from poultry in

Table I

Salmonella serotypes isolated from chicken meat

<i>Salmonella</i> serotypes	Isolates	%
Hadar	40	41.6
Brancaster	20	20.8
Agona	8	8.3
Kentucky	8	8.3
Enteritidis	7	7.3
Bredeney	6	6.3
Albany	4	4.2
Wernigerode	3	3.2

any of these studies; only Beli et al. in Albania found this serovar in chicken meat samples. *Salmonella enteritidis* was recovered from only seven samples.

Campylobacter

The present data showed poultry to be prominent reservoirs of *Campylobacter*. In developed countries, several studies have also reported a high proportion of chickens to be contaminated with *Campylobacter* spp.: 46% in Germany, 46% in Japan and from 73 to 100% in the USA. Although little information is available from developing countries, the present results are consistent with those from Kenya and China where thermophilic *Campylobacter* spp. have been isolated from 77 and 76% of chicken samples, respectively. *C. jejuni* was more frequently isolated in the present study. This is in agreement with findings reported by Refregier-Petton et al.. *C. jejuni* is predominantly associated with poultry, while *C. coli* is predominantly found in swine.

Preservation pattern

The contamination rates for *Campylobacter* were significantly different with the preservation pattern ($p < 0.01$): 76% of fresh products were contaminated with *Campylobacter*, whereas only 53% of refrigerated products and 28% of frozen products were contaminated. No difference was noted for *Salmonella* contamination. These results are in agreement with those from Chan et al., who showed that viability of *Campylobacter* strains

was reduced markedly by freezing. These authors also found an ability of the *Campylobacter* isolates to remain viable at 4°C.

Even if the contamination with *Salmonella* and *Campylobacter* generally occurred at the farm, the high contamination in retail chicken meat observed in this study could be explained because of the slaughtering process. Slaughtering usually takes place in traditional butcheries because no modern abattoir is available for poultry. The slaughtering process in these abattoirs is manual and rudimentary, and hygienic conditions are frequently poor. None has automatic functioning. Some people practice slaughtering either inside a specific room or outdoors. Sometimes, only one person does all the work. These conditions increase cross contamination through birds, equipment, and hands of processing-line workers.

The present results showed that chicken carcasses from retail shops proved to be reservoirs of *Salmonella* and *Campylobacter*. Consequently, implementation of good cooking techniques and good kitchen and personal hygiene during preparation are necessary. Moreover there is a strong need to train and educate food handlers in microbial risks associated with poultry meat and how to control them.

Acknowledgments

The authors are grateful to COTAVI for its assistance on the field. This work was supported by the French Embassy in Dakar (Senegal) and FNRAA.

REFERENCES

1. ALTEKRUSE S.F., STERN N.J., FIELDS P.I., SWERDLOW D.L., 1999. *Campylobacter jejuni* - an emerging foodborne pathogen. *Emerg. Inf. Dis.*, **5**: 28-35.
2. ATANASSOVA V., RING C., 1999. Prevalence of *Campylobacter* spp. in poultry and poultry meat in Germany. *Int. J. Food Microbiol.*, **51**: 187-190.
3. BELI E., DURAKU E., TELO A., 2001. *Salmonella* serotypes isolated from chicken meat in Albania. *Int. J. Food Microbiol.*, **71**: 263-266.
4. BOONMAR S., BANGTRAKULNONGTH A., PORNRUNANGWONG S., MARNRIM N., KANEKO K., OGAWA M., 1998. Predominant serovars of *Salmonella* in humans and foods from Thailand. *J. vet. Med. Sci.*, **60**: 877-880.
5. BRYAN F.L., DOYLE M.P., 1995. Health risks and consequences of *Salmonella* and *Campylobacter jejuni* in raw poultry. *J. Food Prot.*, **58**: 326-344.
6. CAPITA R., ALVAREZ-ASTORGA M., ALONSO-CALLEJA C., MORENO B., DEL-CAMINO GARCIA FERNANDEZ M., 2003. Occurrence of *Salmonellae* in retail chicken carcasses and their products in Spain. *Int. J. Food Microbiol.*, **81**: 169-73.
7. CHAN K.F., LE-TRAN H., KANENAKA R.Y., KATHARIOU S., 2001. Survival of clinical and poultry-derived isolates of *Campylobacter jejuni* at a low temperature (4 degrees C). *Appl. Environ. Microbiol.*, **67**: 4186-4191.
8. CHANG Y.H., 2000. Prevalence of *Salmonella* spp. in poultry broilers and shell eggs in Korea. *J. Food Prot.*, **63**: 655-658.
9. D'AOUST J.Y., 1989. *Salmonella*. New York, NY, USA, Marcel Dekker Inc., p. 327-446.
10. DENIS M., REFREGIER-PETTON J., LAISNEY M.J., ERMEL G., SALVAT G., 2001. *Campylobacter* contamination in French chicken production from farm to consumers. Use of a PCR assay for detection and identification of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli*. *J. Appl. Microbiol.*, **91**: 255-267.
11. DOMINGUEZ C., GOMEZ I., ZUMALA CARREGUI J., 2002. Prevalence of *Salmonella* and *Campylobacter* in retail chicken meat in Spain. *Int. J. Food Microbiol.*, **72**: 165-168.
12. FUZIHARA T.O., FERNANDES S.A., FRANCO B.D., 2000. Prevalence and dissemination of *Salmonella* serotypes along the slaughtering process in Brazilian small poultry slaughterhouses. *J. Food Prot.*, **63**: 1749-1753.
13. JACOBS-REITSMA W.F., 1997. Aspects of epidemiology of *Campylobacter* in poultry. *Vet. Q.*, **19**: 113-117.
14. JORGENSEN F., BAILEY R., WILLIAMS S., HENDERSON P., WAREING D. R., BOLTON F.J., FROST J.A., WARD L., HUMPHREY T.J., 2002. Prevalence and numbers of *Salmonella* and *Campylobacter* spp. on raw, whole chickens in relation to sampling methods. *Int. J. Food Microbiol.*, **76**: 151-164.
15. MEAD G.C., 1993. Problems of producing safe poultry: discussion paper. *J. R. Soc. Med.*: 39-42.
16. MEDEIROS M.I., NEME S.N., DA SILVA P., CAPUANO D.M., ERRERA M.C., FERNANDES S.A., DO VALLE G.R., DE AVILA F.A., 2001. Etiology of acute diarrhea among children in Ribeiro Preto-SP, Brazil. *Rev. Inst. Med. trop. Sao Paulo*, **43**: 21-24.
17. MERCADO E.C., 1983. *Salmonella* in eviscerated chickens from processing plants of greater Buenos Aires. *Rev. Argent. Microbiol.*, **15**: 187-192.

18. OBI C.L., BESSONG P.O., 2002. Diarrhoeagenic bacterial pathogens in HIV-positive patients with diarrhoea in rural communities of Limpopo Province, South Africa. *J. Health Popul. Nutr.*, **20**: 230-234.
19. ONO K., YAMAMOTO K., 1999. Contamination of meat with *Campylobacter jejuni* in Saitama, Japan. *Int. J. Food Microbiol.*, **47**: 211-219.
20. OOSTEROM J., NOTERMANS S., KARMAN H., ENGELS G.B., 1983. Origin and prevalence of *Campylobacter jejuni* in poultry processing. *J. Food Prot.*, **46**: 339-344.
21. OSANO O., ARIMI S.M., 1999. Retail poultry and beef as sources of *Campylobacter jejuni*. *East Afr. Med. J.*, **76**: 141-143.
22. REFREGIER-PETTON J., ROSE N., DENIS M., SALVAT G., 2001. Risk factors for *Campylobacter* spp. contamination in French broiler-chicken flocks at the end of the rearing period. *Prev. vet. Med.*, **50**: 89-100.
23. ROSE B.E., HILL W.E., UMHOLTZ R., RANSOM G.M., JAMES W.O., 2002. Testing for *Salmonella* in raw meat and poultry products collected at federally inspected establishments in the United States, 1998 through 2000. *J. Food Prot.*, **65**: 937-947.
24. ROSE N., BEAUDEAU F., DROUIN P., TOUX J.Y., ROSE V., COLIN P., 1999. Risk factors for *Salmonella enterica* subsp. *enterica* contamination in French broiler-chicken flocks at the end of the rearing period. *Prev. vet. Med.*, **39**: 265-277.
25. ROY P., DHILLON A.S., LAUERMAN L.H., SCHABERG D.M., BANDLI D., JOHNSON S., 2002. Results of *Salmonella* isolation from poultry products, poultry, poultry environment, and other characteristics. *Avian Dis.*, **46**: 17-24.
26. SHIH D.Y., 2000. Isolation and identification of enteropathogenic *Campylobacter* spp. from chicken samples in Taipei. *J. Food Prot.*, **63**: 304-308.
27. SKIRROW M.B., 1991. Epidemiology of *Campylobacter enteritis*. *Int. J. Food Microbiol.*, **12**: 9-16.
28. STERN N.J., FEDORKA-CRAY P., BAILEY J.S., COX N.A., CRAVEN S.E., HIETT K.L., MUSGROVE M.T., LADELY S., COSBY D., MEAD G.C., 2001. Distribution of *Campylobacter* spp. in selected U.S. poultry production and processing operations. *J. Food Prot.*, **64**: 1705-10.
29. TIBAIJUKA B., MOLLA B., HILDEBRANDT G., KLEER J., 2003. Occurrence of *Salmonellae* in retail raw chicken products in Ethiopia. *Berl. Munch. Tierarztl. Wochenschr.*, **116**: 55-58.
30. UYTENDAELE M., DETROY P., DEBEVERE J., 1999. Incidence of *Salmonella*, *Campylobacter jejuni*, *Campylobacter coli*, and *Listeria monocytogenes* in poultry carcasses and different types of poultry products for sale on the Belgian retail market. *J. Food Prot.*, **62**: 735-740.
31. WHITE P.L., BAKER A.R., JAMES W.O., 1997. Strategies to control *Salmonella* and *Campylobacter* in raw poultry products. *Revue sci. tech. Off. int. Epizoot.*, **16**: 525-541.
32. WHYTE P., MC GILL K., COLLINS J.D., GORMLEY E., 2002. The prevalence and PCR detection of *Salmonella* contamination in raw poultry. *Vet. Microbiol.*, **89**: 53-60.

Reçu le 28.07.2003, accepté le 20.11.2003

Résumé

Cardinale E., Perrier Gros-Claude J.D., Tall F., Cissé M., Guèye E.F., Salvat G. Prévalence de *Salmonella* et *Campylobacter* dans les carcasses de poulet vendues au détail au Sénégal

Entre janvier 2001 et octobre 2002, 300 carcasses de poulets achetées chez des détaillants à Dakar ont été examinées afin de déterminer la prévalence de *Salmonella* et de *Campylobacter* sur ce type d'aliment. Parmi les carcasses, 146 étaient des produits frais, 58 des produits réfrigérés et 96 des produits congelés. *Salmonella* a été isolée dans 96 (32 p. 100) carcasses. *Salmonella* Hadar (41,6 p. 100) et *Salmonella* Brancaster (20,8 p. 100) ont représenté les sérovars prédominants. *Campylobacter* spp. a été isolé dans 168 (56 p. 100) carcasses. *C. jejuni* a été plus fréquemment identifié (59 p. 100) que *C. coli* (27 p. 100). Les taux de contamination pour *Campylobacter* ont été significativement différents en fonction de la température de conservation des carcasses : cette bactérie a été effectivement isolée dans 76 p. 100 des carcasses conservées à température ambiante, dans 53 p. 100 de celles réfrigérées et dans 28 p. 100 de celles congelées.

Mots-clés : Poulet – *Campylobacter* – *Salmonella* – Congélation – Réfrigération – Sénégal.

Resumen

Cardinale E., Perrier Gros-Claude J.D., Tall F., Cissé M., Guèye E.F., Salvat G. Prevalencia de *Salmonella* y *Campylobacter* en carcasas de pollo a la venta en Senegal

Entre enero 2001 y mayo 2002, se examinaron 300 carcasas de pollo a la venta en tiendas en Dakar, para la prevalencia de *Salmonella* y *Campylobacter*. De éstas, 146 fueron productos frescos, 58 refrigerados y 96 congelados. *Salmonella* se aisló en 96 (32%) de las carcasas examinadas. La sero variedad más importante de *Salmonella* fue *Salmonella* Hadar (41,6%) y *Salmonella* Brancaster (20,8%). *Campylobacter* spp. se aisló en 168 (56%) muestras. *C. jejuni* se aisló más frecuentemente (59%) que *C. coli* (27%). Las tasas de contaminación para *Campylobacter* fueron significativamente diferentes en relación con el tipo de carcasa: 76% frescas, 53% refrigeradas y 28% congeladas.

Palabras clave: Gallo – *Campylobacter* – *Salmonella* – Congelación – Refrigeración – Senegal.

Enquête sérologique de l'agalactie contagieuse à *Mycoplasma agalactiae* chez les petits ruminants au Mali

M. Diallo¹ O. Cissé¹ M. Niang^{1*} M. Doucouré¹
M. Koné¹ L. Schalch² J. Nicolet³ J. Roth⁴

Mots-clés

Ovin – Caprin – *Mycoplasma agalactiae* – Agalaxie – Test Elisa – Mali.

Résumé

Lors d'une enquête sérologique sur les petits ruminants, 396 sérums dont 77 ovins et 319 caprins ont été prélevés dans différentes régions du Mali. Ces sérums ont été analysés par le test Elisa indirect pour la recherche d'anticorps contre l'agalactie contagieuse à *Mycoplasma agalactiae* chez les petits ruminants. Les résultats obtenus ont montré un taux global de prévalence de 8,3 p. 100 (33/396), avec une répartition différente selon les troupeaux, la prévalence ayant pu atteindre 37,5 p. 100. Aussi, la répartition des sérums positifs par groupe à risque a montré un pourcentage plus élevé (60,6 p. 100, soit 20/33) dans les troupeaux ayant eu un historique pathologique de troubles respiratoires associés à des problèmes de lactation que dans les troupeaux apparemment sains (9,1 p. 100, soit 3/33) ou que dans les troupeaux de statut inconnu (30,3 p. 100, soit 10/33). Puisque la vaccination contre l'agalactie contagieuse des petits ruminants n'est pas pratiquée au Mali, ces résultats reflètent certainement l'infection et montrent la nécessité d'effectuer des sondages microbiologiques pour isoler les espèces de mycoplasmes impliquées, afin d'établir une épidémiologie plus précise.

■ INTRODUCTION

Le Mali est un pays d'élevage par excellence où les petits ruminants occupent une place de choix tant par leur nombre (15 380 000 têtes) que par leur apport au revenu du monde rural et à l'alimentation des enfants et des femmes dans les communautés rurales (lait et viande). L'élevage des petits ruminants reste cependant confronté à de nombreuses pathologies infectieuses parmi lesquelles les mycoplasmoses semblent occuper une place non négligeable. Les principales espèces de mycoplasmes pathogènes connues chez les petits ruminants sont *Mycoplasma capricolum* subsp. *capripneumoniae* qui est l'agent de la pleuropneumonie contagieuse caprine (Ppcc), *Mycoplasma agalactiae*, *Mycoplasma capricolum* subsp. *capricolum*,

Mycoplasma mycoides subsp. *mycoides* Large Colony et *Mycoplasma mycoides* subsp. *capri*, qui sont responsables des syndromes mammite, arthrite, kératite, pneumonie et septicémie (MAKePS) chez les petits ruminants, et *Mycoplasma ovipneumoniae* qui est associé au syndrome respiratoire chronique du mouton (3, 7, 12, 13, 14, 16, 18).

Bien que *Mycoplasma agalactiae* soit impliqué dans l'étiologie des MAKePS chez les petits ruminants en association avec les mycoplasmes cités plus haut, il est plus couramment incriminé comme étant l'agent causal de l'agalactie contagieuse des petits ruminants (1, 4, 7, 9, 11, 13) qui se trouve alors compliquée très souvent par la présence surtout de *Mycoplasma capricolum* subsp. *capricolum* et de *Mycoplasma mycoides* subsp. *mycoides* Large Colony. C'est dans cette optique que l'agalactie contagieuse a fait l'objet d'une distinction en tant qu'entité pathologique à part selon la classification historique fondée sur les cas observés en régions méditerranéennes dans lesquels *Mycoplasma agalactiae* a été isolé (3).

L'agalactie contagieuse est une maladie infectieuse contagieuse des ovins et des caprins dont les principaux signes cliniques sont l'inflammation des glandes mammaires chez les femelles avec baisse

1. Laboratoire central vétérinaire, Km 8, route de Koulikoro, BP 2295, Bamako, Mali
Tél. : +223 224 33 44 ; fax : +223 224 98 09

2. Bommeli Diagnostics, Liebefeld-Berne, CH-3097, Suisse

3. Institut de bactériologie vétérinaire, université de Berne, CH-3012, Suisse

4. Iowa State University, Department of VMPM, Ames, Iowa, Etats-Unis

*Auteur pour la correspondance : E-mail : mamadouniang@hotmail.com

ou arrêt total de la lactation, la kératoconjunctivite et l'arthrite. Accessoirement, on note des avortements, des troubles respiratoires et des diarrhées. Les jeunes développent le plus souvent une septicémie qui conduit rapidement à la mort (3, 4, 6, 9, 11, 13). Dans les conditions naturelles, les ovins et les caprins sont réceptifs à la maladie à tout âge, indépendamment du sexe et de la race, cependant les femelles en lactation, les agneaux et les chevreaux de moins d'un an d'âge sont les plus sensibles (3, 10, 11, 13).

Si, selon les recherches menées au laboratoire des mycoplasmes et mycoplasmoses du Laboratoire central vétérinaire (LCV) de Bamako, des pistes sérologiques indiquent une présence de la pleuropneumonie contagieuse caprine au Mali (17), en revanche, aucun indice n'est fourni sur l'agalactie contagieuse. L'agalactie contagieuse des petits ruminants due à *Mycoplasma agalactiae* est décrite sur plusieurs continents : Amérique (7, 8, 9), Asie (15) et Europe (15, 16). En Afrique, elle a fait l'objet d'études de confirmation, entre autres en Algérie (2, 5, 6), au Maroc (18), au Mozambique, au Soudan, en Mauritanie (15, 16) et au Sénégal (9). Du fait des échanges et des mouvements du cheptel avec la Mauritanie et le Sénégal où elle a été confirmée, sa présence au Mali est par conséquent assez probable. D'où la nécessité de mener des enquêtes préliminaires pour évaluer sa prévalence sérologique.

■ MATERIEL ET METHODES

Récolte des sérums

Au total, 396 sérums ont été prélevés sur 319 caprins et 77 ovins dont 353 femelles (282 caprins et 71 ovins) et 43 mâles (37 caprins et 6 ovins), dans plusieurs localités du Mali, notamment dans les régions de Kayes (Kayes central, Kita), de Koulikoro (Kati), de Sikasso (Sikasso Central), de Ségou (Bla, Macina, Niono, Tominian), de Tombouctou (Léré) et le district de Bamako (commune I, abattoir frigorifique) (tableau I). Toutes les zones climatiques du Mali ont été concernées (Sahel, zone soudano-guinéenne). Les animaux appartenaient aux différentes races locales du pays : chèvres du Sahel et chèvre de Guinée en ce qui concernait les caprins, mouton Djallonké, Touareg, Maure et Peuhl pour les ovins. Leur âge se situait entre 3 mois et 8 ans. Les animaux étaient issus d'élevages de type extensif et sédentaire où l'alimentation est essentiellement constituée de fourrages (herbe fraîche, paille, fanes d'arachide et de niébé) et complétée selon les moyens avec le son de mil. Les troupeaux ne font généralement pas l'objet de suivi vétérinaire particulier, excepté des traitements de routine portant sur le déparasitage, l'antibiothérapie et la vaccination visant les pathologies majeures.

Les prélèvements ont été effectués de façon aléatoire ou selon la bonne volonté des éleveurs sur des troupeaux ayant connu des problèmes de pneumopathies associées à des problèmes de lactation, d'arthrites, de kératites et de mortalité importante. Certains prélèvements ont été effectués à l'abattoir frigorifique de Bamako sur des animaux « tout venant » dont l'histoire était inconnue. Dans d'autres cas, ils provenaient de troupeaux cliniquement sains au moment de l'échantillonnage et sans aucune histoire de pathologie particulière. Le sang a été prélevé dans des tubes vacutainer stériles, puis mis à coaguler et centrifuger sur place. Après centrifugation, les sérums ont été extraits, aliquotés et transportés sous glace au LCV où ils ont été conservés à -20°C jusqu'au moment du test.

Test sérologique

Les échantillons ont été testés à l'aide d'un kit Elisa indirect (enzyme immunoassay-EIA) (Chekit[®] *Mycoplasma agalactiae*), spécifique pour la détection des anticorps contre *Mycoplasma agalactiae* dans le sérum, le lait et le plasma des petits ruminants, et

fourni par Bommeli Diagnostics Intervet. Les kits sont livrés avec microplaques déjà sensibilisées avec l'antigène bactérien inactivé de *Mycoplasma agalactiae* (Ag+) et l'antigène de contrôle (Ag-). Le kit fourni contient également les tampons de dilution et de lavage, le conjugué (anti-goat-IgG-PO) marqué à la peroxydase de raifort, les sérums de contrôle positif et négatif à *Mycoplasma agalactiae* avec 0,1 p. 100 de sodium azide comme conservant, le substrat chromogène et la solution d'arrêt. Le test a été fait selon le protocole du kit. Brièvement, les sérums à tester et les sérums de contrôle ont été pré-dilués à 1:100 puis transférés dans la plaque de test. Après incubation, lavages et révélation, les densités optiques (DO) des puits, qui sont directement proportionnelles à la quantité totale d'anticorps spécifiques contre *Mycoplasma agalactiae* présents dans les échantillons testés, ont été déterminées à l'aide d'un lecteur Multiskan avec un filtre de 405 nm. L'extinction nette (EN) qui représente la somme des anticorps spécifiques fixés a été obtenue en soustrayant la DO des puits à Ag- de la DO des puits à Ag+ ($\text{EN} = \text{DO}_{\text{Ag}^+} - \text{DO}_{\text{Ag}^-}$). Les EN du contrôle positif et des

Tableau I

Résultats par localité et historique des troupeaux

Origine du troupeau	Nb. de sérums testés	Nb. de sérums positifs (%)	Historique
Kayes			
Kayes central	25	0 (0)	Avortements et mortalité des nouveau-nés
Kita	38	1 (2,63)	Troubles respiratoires associés à des problèmes de lactation
Koulikoro			
Kati	61	0 (0)	Rien à signaler
Ségou			
Bla	7	1 (14,28)	Troubles respiratoires associés à des problèmes de lactation
Macina	20	1(5)	Troubles respiratoires associés à des problèmes de lactation
Niono	40	15(37,5)	Troubles respiratoires associés à des problèmes de lactation
Tominian	20	1(5)	Troubles respiratoires associés à des problèmes de lactation
Sikasso			
Sikasso Central	50	3 (6)	Rien à signaler
Tombouctou			
Léré	82	1(1,21)	Troubles respiratoires associés à des problèmes de lactation
District de Bamako			
Abattoir frigorifique	48	10(20,83)	Inconnu
Commune I	5	0 (0)	Rien à signaler

échantillons ont été ajustées en y soustrayant l'EN du contrôle négatif. La valeur diagnostique de chaque échantillon a été déterminée selon la formule suivante :

$$\text{Valeur (V en \%)} = \frac{\text{EN}_{\text{éch}} - \text{EN}_{\text{nég}}}{\text{EN}_{\text{pos}} - \text{EN}_{\text{nég}}} \times 100 \%$$

L'interprétation des résultats par rapport à un sérum standard faiblement positif a été donnée comme suit :

V < 40% → négatif ; V = 40-65% → douteux ; V > 65% → positif

■ RESULTATS ET DISCUSSION

Au total 396 sérums ont été analysés par l'Elisa indirect pour la présence d'anticorps vis-à-vis de *Mycoplasma agalactiae*. Les résultats obtenus ont montré chez les petits ruminants un taux global de prévalence de 8,3 p. 100. Les résultats des tests par localités sont consignés dans le tableau I. Ces résultats sont à mettre en relation avec les cas d'agalactie contagieuse à *Mycoplasma agalactiae* confirmés au Sénégal, en Mauritanie, en Algérie et au Maroc (2, 5, 6, 9, 15, 16, 18).

Il est remarquable, d'après le tableau I, que la majorité des sujets positifs (20/33, soit 60,6 p. 100) aient été issus de troupeaux ayant un historique pathologique avec des problèmes sanitaires au moment des prélèvements. Les animaux tout venant de statut inconnu prélevés à l'abattoir frigorifique de Bamako venaient au second rang (30,3 p. 100, soit 10/33). Les troupeaux qui n'avaient présenté aucun signe de pathologie ont été en faible proportion (3/33, soit 9,1 p. 100). Cette tendance générale suggère que l'agalactie contagieuse à *Mycoplasma agalactiae* est présente dans les troupeaux de petits ruminants où les pneumopathies, les kératoconjunctivites, les arthrites, la mortalité néonatale et les problèmes de lactation sont fréquents.

Dans un troupeau estimé bien portant (Sikasso Central), trois animaux sur 50 ont été positifs, soit une prévalence de 6 p. 100. Ce troupeau était originaire d'une localité où la traite des petits ruminants n'était pas couramment pratiquée, ce qui pouvait masquer aux yeux des éleveurs les problèmes de mammites et de lactation. Mais dans tous les cas, les résultats positifs dans ce troupeau pouvaient être considérés comme admissibles dans la mesure où selon plusieurs auteurs (2, 3, 6, 8), *Mycoplasma agalactiae* est isolé chez les petits ruminants ne présentant aucun signe de maladie en tant que porteurs chroniques ou sains.

En ce qui concerne les animaux de statut inconnu prélevés à l'abattoir, ils étaient destinés à l'abattage immédiat et se présentaient cliniquement sains sans que fût connu l'historique pathologique du troupeau d'origine. Il n'a donc pas été étonnant de trouver quelques sujets positifs dans ce groupe.

Selon Bergonnier et Poumarat (3), et Belaid et al. (2), *Mycoplasma agalactiae* est l'agent prédominant de l'agalactie contagieuse chez les ovins plutôt que chez les caprins où *Mycoplasma mycoides* subsp. *mycoides* Large Colony et *Mycoplasma capricolum* subsp. *capricolum* sont les plus déterminants. Les résultats de la présente étude ne permettent pas d'affirmer ou d'infirmer cette tendance car un seul ovin a été testé positif. Ce résultat, exprimé en pourcentage, semble légèrement important (1,29 p. 100) mais ne revêt pas de signification statistique même s'il rejoint les résultats indiqués par d'autres auteurs (6, 8, 9).

Il en va de même pour ce qui concerne les résultats des tests par sexe car seul un sujet mâle a été testé positif. Ce résultat traduit en pourcentage s'élève à 2,32 p. 100, mais il ne permet pas de tirer de conclusion probante, même si certains auteurs (2, 3) ont trouvé que les mâles pouvaient aussi bien être infectés que les femelles.

Les tests de laboratoire ont été volontairement limités à l'Elisa indirect, sans tentative d'isolement et d'identification du germe, d'autant plus qu'il s'agissait dans la présente étude d'une simple enquête sérologique transversale visant à avoir une idée de la présence de la maladie au Mali afin de pouvoir ultérieurement mener des enquêtes microbiologiques pour l'isolement et la caractérisation des espèces impliquées.

■ CONCLUSION

La présente enquête sur l'agalactie contagieuse à *Mycoplasma agalactiae* chez les petits ruminants a permis d'établir une prévalence sérologique globale de 8,3 p. 100. Pour la première fois, l'existence de l'agalactie contagieuse a été déterminée au Mali à partir d'une enquête sérologique basée sur la détection des anticorps contre *Mycoplasma agalactiae*. Puisque la vaccination contre l'agalactie contagieuse des petits ruminants n'est pas pratiquée dans ce pays, ces résultats reflètent certainement l'infection et méritent d'être ultérieurement consolidés en menant des recherches dans le sens de l'isolement et de la caractérisation des souches impliquées. La prévalence de l'infection a semblé relativement faible, à part quelques troupeaux (Niono, Bla) qui ont montré une prévalence plus significative. Une étude épidémiologique plus précise devrait pouvoir renseigner sur l'importance régionale de l'agalactie infectieuse au Mali.

Remerciements

Les auteurs remercient Bommeli Diagnostics (Berne, Suisse) pour avoir fourni gracieusement les kits Elisa et The Third World Academy of Science (TWAS) pour l'appui financier.

BIBLIOGRAPHIE

1. BAR-MOSHE B., RAPPAPORT E., 1978. Contagious agalactia-like disease in goats caused by *Mycoplasma mycoides* subsp. *mycoides* (ovine/caprine) serogroup 8. *Refuah Vet.*, **35**: 75-77.
2. BELAID B., LE GOFF C., LEFÈVRE P.C., 1990. Enquête épidémiologique et sérodiagnostic de l'agalaxie contagieuse des petits ruminants de l'Est algérien. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **43**: 37-41.
3. BERGONIER D., POUMARAT F., 1996. Agalactie contagieuse des petits ruminants : épidémiologie, diagnostic et contrôle. *Revue sci. tech. Off. int. Epizoot.*, **15**: 1431-1475.
4. BLOOD D.C., RADOSTIS O.M., HENDERSON J.A., 1985. Contagious agalactia of goats and sheep. In: A textbook of the diseases of cattle, sheep, pigs, goats and horses, 5th Edn. London, UK, Baillière Tindall, p. 697.
5. BRIDRE J., DONATIEN A., 1923. Le microbe de l'agalactie contagieuse et sa culture *in vitro*. *C. r. Acad. Sci.*, **177**: 841-843.
6. BRIDRE J., DONATIEN A., 1925. Le microbe de l'agalactie contagieuse du mouton et de la chèvre. *Ann. Inst. Pasteur*, **12**: 925-951.
7. DAMASSA A.J., 1983. Recovery of *Mycoplasma agalactiae* from mastitic goat milk. *J. Am. vet. Med. Assoc.*, **183**: 548-349.
8. DAMASSA A.J., WAKENELL P.S., BROOKS D.L., 1992. Mycoplasmas of goats and sheep. *J. vet. Diagn. Invest.*, **4**: 101-113.
9. DOUTRE M., PERREAU P., N'DIAYE A.M., 1981. Un foyer d'agalaxie contagieuse de la chèvre à *Mycoplasma agalactiae* au Sénégal. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **34**: 11-14.

10. FRASER C.M., 1986. Contagious agalactia. In: Fraser C.M., ed., The Merck veterinary manual, a handbook of diagnosis, therapy and disease prevention and control for the veterinarian, 6th Edn. Rahway, NJ, USA, Merck & Co, p. 647.
11. KADIMOFF R.A., 1984. L'agalactie infectieuse des ovins et caprins. In : Konopatkina A.A. Ed., Epizootologie et maladies infectieuses des animaux domestiques. Moscou, Urss, Koloss, p. 320-324.
12. KINDE H., DAMASSA A.J., WAKENELL P.S., PETTY R., 1994. Mycoplasma infection in a commercial goat dairy caused by *Mycoplasma agalactiae* and *Mycoplasma mycoides* subsp. *mycoides* (caprine biotype). *J. vet. Diagn. Invest.*, **6**: 423-427.
13. LEFEVRE P.-C., 1991. L'agalactie contagieuse. In : Atlas des maladies infectieuses des ruminants. Maisons-Alfort, France, Lemvt-Cirad, p. 62.
14. NIANG M., ROSENBUSCH R.F., LOPEZ-VIRELLA J., KAEBERLE M.L., 1999. Differential serological response to *Mycoplasma ovipneumoniae* and *Mycoplasma arginini* in lambs affected with chronic respiratory disease. *J. vet. Diagn. Invest.*, **11**: 34-40.
15. PERREAU P., 1979. Les mycoplasmoses de la chèvre, *Cah. Méd. vét.*, **48** : 71-85.
16. PERREAU P., 1979. Mycoplasmoses caprine à *Mycoplasma mycoides* subsp. *mycoides* en France. *Bull. Acad. vét.*, **52** : 575-581.
17. RURANGIRVA F.R., KOUYATE B., NIANG M., MCGUIRE T.C., 1990. CCPP: antibodies to F38 polysaccharides in Mali goats. *Vet. Rec.*, **127**: 353.
18. TAOUDI A., 1986. Epidémiologie des infections à mycoplasmes chez les bovins et les petits ruminants au Maroc. Etude de *Mycoplasma capricolum*. Thèse d'Etat, université de Clermont-II, France, 253 p.

Reçu le 28.08.2003, accepté le 09.02.2004

Summary

Diallo M., Cissé O., Niang M., Doucouré M., Koné M., Schalch L., Nicolet J., Roth J. Serological Survey of Contagious Agalactia Caused by *Mycoplasma agalactiae* in Small Ruminants in Mali

A serological survey to detect specific antibodies to contagious agalactia caused by *Mycoplasma agalactiae* in small ruminants was carried out in several areas of Mali by using an indirect ELISA test. A total of 396 sera, of which 319 were from goats and 77 from sheep, were collected from different regions in Mali. Results showed an 8.3% (33/396) prevalence rate. The distribution varied depending on the herd and reached 37.5%. The distribution of positive sera among the flocks at risk showed a higher percentage (60.6% or 20/33) in flocks with a pathological history of respiratory conditions associated with lactation problems than in healthy flocks (9.1%, 3/33) and in flocks with unknown history (30.3%, 10/33). Since vaccination against contagious agalactia in small ruminants is not performed in Mali, these results certainly reflect the presence of the infection and show the need to carry out microbiological surveys to isolate the *Mycoplasma* species involved, so that the epidemiology can be specified.

Key words: Sheep – Goat – *Mycoplasma agalactiae* – Agalactia – ELISA – Mali.

Resumen

Diallo M., Cissé O., Niang M., Doucouré M., Koné M., Schalch L., Nicolet J., Roth J. Encuesta serológica de la agalactia contagiosa por *Mycoplasma agalactiae* en los pequeños rumiantes en Malí

Durante una encuesta serológica sobre los pequeños rumiantes, se recolectaron en diferentes regiones de Malí, 396 sueros, de los cuales 77 ovinos y 319 caprinos. Estos sueros se analizaron mediante el test ELISA indirecto, para la búsqueda de anticuerpos contra la agalactia contagiosa por *Mycoplasma agalactiae* en los pequeños rumiantes. Los resultados obtenidos mostraron una tasa global de prevalencia de 8,3% (33/396), con una repartición diferente según los hatos, la prevalencia pudiendo alcanzar 37,5%. Igualmente, la repartición de los sueros positivos por grupo de riesgo, mostró un porcentaje más elevado (60,6% o sea 20/33) en los hatos con un historial patológico de problemas respiratorios asociados a problemas de lactación que en los hatos aparentemente sanos (9,1% o sea 3/33) o que en los hatos con status desconocido (30,3% o sea 10/33). En vista de que la vacunación contra la agalactia contagiosa de los pequeños rumiantes no se practica en Malí, estos resultados reflejan ciertamente la infección y muestran la necesidad de efectuar sondeos microbiológicos para aislar las especies de micoplasmas implicadas, con el fin de establecer una epidemiología más precisa.

Palabras clave: Ovino – Caprino – *Mycoplasma agalactiae* – Agalaxia – ELISA – Malí.

Contribution à l'étude de la maladie des abcès chez le dromadaire (*Camelus dromedarius*) dans la région de Nefzaoua (sud-ouest de la Tunisie)

M.M. Seddik^{1*} M.S. Ben Saïd² M. Benzarti²
T. Khorchani¹ L. Messadi² A. Amara²

Mots-clés

Camelus dromedarius –
Lymphadénite – Abcès –
Epidémiologie – Tunisie.

Résumé

Les résultats d'une enquête épidémiologique et clinique, et d'examen bactériologique relative à la maladie des abcès chez le dromadaire dans la région de Nefzaoua (sud-ouest de la Tunisie) sont présentés. L'étude épidémiologique a concerné 33 élevages en extensif ainsi que des dromadaires exploités dans le secteur touristique. Les études clinique et bactériologique ont porté sur 38 animaux issus de ces élevages. Cliniquement, la maladie n'a pas affecté l'état général de l'animal et a souvent touché les nœuds lymphatiques cervicaux inférieurs et préscapulaires en un nombre d'un ou deux abcès par animal atteint. La forme interne de la maladie n'a pas été observée sur les soixante-douze carcasses abattues dans l'abattoir de la région. La morbidité de la maladie dans la région a été de 9 p. 100. Cette maladie a souvent touché les jeunes dont l'âge était inférieur à un an. Les facteurs favorisant les plus incriminés dans l'apparition de la maladie ont été : le tatouage, le regroupement des animaux provenant de différents élevages et l'infestation par les tiques. Différents germes ont été isolés, notamment les staphylocoques (53 p. 100 des cas), *Corynebacterium pseudotuberculosis* (18 p. 100) et *Actinomyces pyogenes* (26 p. 100).

■ INTRODUCTION

Le dromadaire est l'animal domestique des régions arides et désertiques caractérisées par des parcours à faible productivité et par la rareté de l'eau. En Tunisie, cette espèce est devenue, pendant la dernière décennie, l'une des préoccupations majeures de l'élevage et constitue un axe de développement stratégique des régions du Sud. Plusieurs encouragements financiers et techniques, de même que certaines mesures d'accompagnement, ont été décidés et mis en œuvre afin de développer et promouvoir ce type d'élevage.

L'aspect sanitaire occupe une place importante pour sauvegarder le cheptel et limiter l'extension de certaines maladies, notamment la gale et la trypanosomose. Une moindre importance est accordée aux autres affections, parmi lesquelles la maladie des abcès, appelée aussi la lymphadénite caséuse, caractérisée par l'abcédation des nœuds lymphatiques externes ou profonds. Cette maladie peut causer des pertes non négligeables chez le dromadaire comme chez d'autres espèces, mais n'a jamais été étudiée, à la connaissance des auteurs, en Tunisie. Elle a été décrite dans d'autres pays (réf. 1 à 14). Une enquête a été réalisée pour en connaître son importance.

■ MATERIEL ET METHODES

Zone d'intervention

L'enquête a été réalisée dans la région de Nefzaoua, au sud-ouest de la Tunisie. Elle a porté sur des troupeaux conduits en extensif ainsi que sur des dromadaires exploités dans le secteur touristique

1. Laboratoire d'élevage et de la faune sauvage, Institut des régions arides, 4119 Médenine, Tunisie

2. Ecole nationale de médecine vétérinaire, 2020 Sidi-Thabet, Tunisie

* Auteur pour la correspondance

Tél. : +216 75 63 30 05 ; fax : +216 75 63 30 06

E-mail : seddik.mouldi@ira.nrnt.tn

(sédentaires). Dans cette région, la conduite des troupeaux en mode extensif se caractérise par l'existence de deux périodes principales. Pendant la première, relativement longue, appelée *hmil*, qui s'étale du mois de mars jusqu'au mois d'octobre, les troupeaux sont libres dans le parcours (sans chamelier ni surveillance). Pendant la deuxième, qui s'étale du mois de novembre jusqu'à fin février, le troupeau se trouve sous la surveillance d'un ou deux chameliers qui gardent le troupeau puisque cette période coïncide avec la période du chameleage.

Les dromadaires exploités dans le secteur touristique ne sont pas conduits sur les pâturages comme les troupeaux de l'élevage. Ces animaux sont entretenus soit en un nombre réduit de deux à quatre têtes, soit individuellement à côté des maisons de leurs propriétaires. L'animal s'alimente en une seule prise au cours de la deuxième moitié de la journée. Cette ration peut être composée de fourrage à volonté, d'une complémentation comprenant 4 kg d'orge (parfois remplacée par du son de blé) et 2 kg de dattes ou de noyaux de dattes. L'abreuvement est de fréquence variable selon la température : une fois tous les trois quatre jours pendant la saison froide, quotidiennement en été.

Troupeaux et animaux

L'enquête effectuée a porté sur 33 élevages en extensif, situés dans les différentes régions de cette zone, comptant au total 3 259 têtes. Les animaux conduits en mode sédentaire appartenaient aux syndicats touristiques de la région situés à Douz et Zaâfrane et étaient répartis en trois groupes, chacun composé de 200 à 350 têtes, soit un total de 900 têtes.

Matériel de prélèvement

Le matériel suivant a été utilisé : des tubes de sang Edta ; des tubes d'écouvillonnage stériles, des seringues et des aiguilles métalliques, des petits matériels de chirurgie (ciseaux, pincettes, bistouri, sonde...), des compresses et du coton, et des flacons d'antiseptiques (Poli-dine). Les prélèvements ont été maintenus au froid.

Sur le terrain

Examen clinique

Pour chaque élevage a été réalisé un examen sur l'ensemble des animaux dans un premier temps. Les animaux présentant des hypertrophies ganglionnaires ont fait l'objet d'un examen clinique approfondi sur les grandes fonctions.

Prélèvements

Les prélèvements du pus ont été effectués sur des abcès mûrs, non ouverts. La ponction a été faite à l'aide d'une seringue, après avoir rasé et désinfecté la surface externe de l'abcès. Le pus prélevé a été vidé dans le tube d'écouvillonnage. Après prélèvement, un traitement chirurgical par incision en forme de « T » de l'abcès, suivie d'une vidange, nettoyage et lavage par les antiseptiques a été fait. Le prélèvement du sang a été réalisé à partir de la veine jugulaire, dans des tubes Edta.

Enquête épidémiologique

Un questionnaire a été réalisé avec le chamelier portant sur le troupeau et le ou les animaux atteints, en vue d'analyser la ou les causes favorisantes de la contamination.

A l'abattoir

Après examen des nœuds lymphatiques externes, la forme interne de la maladie a été recherchée sur les viscères. D'autre part, des nœuds lymphatiques externes atteints ont été prélevés pour

l'examen histologique. Une préfixation a été faite par le liquide de Boin pour la conservation des prélèvements.

Au laboratoire

Examen bactériologique du pus

Après un examen macroscopique du pus (consistance, couleur et odeur), les prélèvements ont été ensemencés sur une gélose au sang de mouton et incubés pendant 48 h à 37 °C en anaérobiose. Les boîtes ont été examinées visuellement pour mettre en évidence la taille, l'opacité, la pigmentation, la morphologie des colonies et la présence ou l'absence d'hémolyse. Chaque type de colonie a fait l'objet d'une coloration de Gram. L'identification des germes a été faite par les tests suivants : la catalase, le milieu de Chapman, la coagulase sur plasma de lapin et la détection de la désoxyribonucléase sur gélose à l'Adn, pour les coques Gram positif. La catalase, le milieu Kligler Hajna, le milieu urée indol et le mannitol mobilité ont été utilisés pour les bacilles Gram positif et l'oxydase pour les bacilles Gram négatif.

Examens histologique et hématologique

Les nœuds lymphatiques prélevés ont été fixés par le formol à 10 p. 100 pendant 24 h, puis inclus dans la paraffine et coupé en fines lamelles de trois microns d'épaisseur à l'aide d'un microtome. Ces coupes ont été montées ensuite entre lame et lamelle après coloration à l'hémalum-éosine. Pour chaque animal atteint, un hémogramme a été réalisé à partir des prélèvements sanguins.

■ RESULTATS ET DISCUSSION

Observation clinique

La maladie a évolué selon un mode chronique, affectant surtout les jeunes de moins de cinq ans avec une morbidité maximale chez les chameçons d'un an. Ces animaux ont présenté principalement une atteinte des nœuds lymphatiques cervicaux inférieurs ainsi que des nœuds préscapulaires. Un ou deux abcès ont été observés par animal atteint. La lésion avait une taille variable selon les localisations, en général elle prenait la taille d'une orange (10 cm de diamètre). Ces observations ont été comparables à celles décrites par Moustafa (9) qui concernaient quatre dromadaires adultes dans un troupeau de 150 têtes en Libye. La lésion commence par l'augmentation de la taille avec collection du pus puis on observe une chute des poils au sommet de la lésion, elle devient molle. En absence de traitement, l'abcès s'ouvre et par une fistule le pus s'élimine en partie sur l'entourage de la lésion ; l'ensemble faisant une couche difficilement détachable conduisant parfois à la nécrose cutanée. La maladie n'a pas affecté les grandes fonctions ni l'état général de l'animal atteint.

Sur 72 carcasses de dromadaires abattus à l'abattoir de la région, aucune lésion interne de la maladie n'a été observée. Seuls certains chameliers ont rapporté la forme interne qui affecte l'état général et cause parfois la mort. A l'abattage des animaux, malades, les chameliers ont constaté la présence d'abcès viscéraux de tailles variables au poumon et au cœur, mais cette forme a été très rare. Ceci est en accord avec les travaux d'Anderson (2) qui a signalé cette forme interne rare.

Résultat épidémiologique

Epidémiologie descriptive

Dans la région de Nefzaoua, la maladie est appelée *Khraja* par les chameliers. Les élevages visités appartenaient à plusieurs éleveurs de la région qui se concentraient pendant la période de l'enquête sur les parcours à plantes halophiles, plantes préférées par le dromadaire pendant la période hivernale.

La majorité des troupeaux visités ont été affectés par la maladie. Seul deux troupeaux, où les jeunes étaient absents, ont été indemnes. Ceci laisse supposer une prédisposition des jeunes à la maladie, puisque 23 p. 100 d'entre eux ont été atteints (tableau I). Les deux sexes on été touchés sans différence significative.

Selon les chameliers la morbidité maximale a été observée pendant l'automne, entre septembre et décembre, période où les animaux sont mieux surveillés. Aucun traitement traditionnel n'a été utilisé contre la maladie. Les abcès se sont fistulés spontanément, laissant couler le pus pendant des périodes variables et évoluant vers la cicatrisation ou se compliquant parfois par de la nécrose cutanée.

Epidémiologie analytique

La maladie a été présente dans 94 p. 100 des élevages visités en extensif. Parmi les traumatismes inoculateurs recherchés, l'infestation par les tiques a semblé être un facteur très important dans la région pour la transmission de la maladie (tableau II). Les injections médicamenteuses et les parcours épineux semblent avoir eu une moindre importance du fait que la peau du dromadaire est épaisse, notamment chez les adultes. La prédisposition des jeunes à la maladie pourrait être liée, en effet, à leur peau plus mince.

Pour les facteurs de risque, le regroupement des animaux très fréquent entre les différents troupeaux de la région, notamment lors d'abreuvement ou lors de travail pour les dromadaires exploités dans le secteur touristique, a semblé prépondérant. Pour les autres facteurs recherchés, l'ouverture des abcès sans traitement a constitué un facteur important dans la dissémination de la maladie au sein du troupeau.

Pour la conduite d'élevage, du fait qu'elle est saisonnière dans la région de Nefzaoua, les troupeaux subissent un seul traitement collectif contre les parasites externes par l'utilisation des produits acaricides, d'où le manque d'hygiène pendant la fin de printemps. L'été semble favoriser la dissémination de la maladie. Cette période coïncide avec la pleine activité des insectes et les acariens.

Résultats bactériologiques et histopathologiques

Sur un total de 38 prélèvements, 24 en extensif et 14 sédentaires, *Corynebacterium pseudotuberculosis* a été isolé dans sept cas alors que d'autres germes pyogènes ont été isolés, notamment les staphylocoques (53 p. 100 des cas) et *Actinomyces pyogenes* (26 p. 100) (tableau III). *Corynebacterium pseudotuberculosis* n'a été isolé qu'à partir des prélèvements effectués sur des animaux sédentaires donc sur les sujets adultes dont l'âge a varié de 3 à 14 ans. *Staphylococcus spp.* et *Actinomyces pyogenes* ont été isolés dans les deux types élevages. La maladie des abcès chez le dromadaire est donc apparue causée par plusieurs agents infectieux, ce qui concorde avec d'autres travaux (tableau IV).

L'hématologie des animaux atteints a été caractérisée par une hyperleucocytose dont la valeur a été de 22 000/mm³. D'autre part,

l'anémie a été remarquée chez huit sujets malades dont les taux d'hémoglobines ont varié entre 7 et 9,2 g/dl, vraisemblablement due à d'autres affections existant chez les animaux examinés. L'histologie de la lésion a montré la présence d'un centre nécrotique entouré d'une membrane pyogène formée par un infiltrat polymorphe (granulocytaire et lympho-plasmocytaire), l'ensemble étant entouré par une coque fibreuse.

Tableau I

Répartition des animaux atteints en fonction de l'âge et selon le mode d'élevage

	Jeunes (≤ 1 an)	Adultes (> 1 an)
Elevage extensif		
Nb. total d'animaux	705	2 554
Nb. d'animaux atteints	164	111
%	23,26	4,34
Elevage sédentaire		
Nb. total d'animaux	0	900
Nb. d'animaux atteints	0	15
%	0	1,66

Tableau II

Facteurs de risques observés chez les troupeaux présentant des abcès

	Elevage	Oui (%)	Non (%)
Facteurs de risques			
Infestation par les tiques	Extensif	31 (100)	0 (0)
	Sédentaire	12 (100)	0 (0)
Pratique du tatouage	Extensif	24 (77)	7 (23)
	Sédentaire	10 (83)	2 (17)
Application des boucles d'oreilles	Extensif	12 (38)	18 (62)
	Sédentaire	0 (0)	12 (100)
Facteurs favorisants			
Ouverture des abcès	Extensif	26 (83)	5 (17)
	Sédentaire	7 (58)	5 (42)
Regroupement des troupeaux	Extensif	31 (100)	0 (0)
	Sédentaire	12 (100)	0 (0)

Tableau III

Germes isolés

Elevage	<i>Corynebacterium pseudotuberculosis</i>	<i>Actinomyces pyogenes</i>	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	<i>Staphylococcus intermedius</i>	<i>Escherichia coli</i>	Total
Extensif	0	8	11	4	1	24
Sédentaire	7	2	4	1	0	14
Total	7	10	15	5	1	38

Tableau IV

Analyses bibliographiques des différents germes isolés

Origine	Germe	Référence
Dromadaires atteints en Ethiopie	Deux types de germes : les corynébactéries et les streptocoques	Richard, 1975, université de Créteil
Analyses sur 4 dromadaires atteints en Libye	<i>Actinomyces pyogènes</i>	Moustafa, 1994, <i>Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.</i>
Dromadaires atteints en Ethiopie	<i>Corynebacterium pseudotuberculosis</i> et <i>Streptococcus</i> groupe B	Domenech et coll., 1977, <i>Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.</i>
Analyses sur 11 cas de lymphadénite en Egypte	<i>Corynebacterium pseudotuberculosis</i>	Afzal et coll., 1996, <i>Trop. Anim. Health Prod.</i>
Analyse sur un dromadaire	<i>Corynebacterium ulcerans</i>	Tejedor et coll., 2000 (site Web)
Camélidés en Amérique de Nord		
Abcès contagieux	<i>Corynebacterium pseudotuberculosis</i>	Anderson, 2000 (site Web)
Abcès non contagieux	<i>Actinomyces pyogenes</i> <i>Streptococcus</i> spp. <i>Staphylococcus</i> spp. <i>Fusobacterium</i> spp.	
Analyses à partir des abcès cutanés chez des dromadaires atteints en Egypte	<i>Staphylococcus</i> <i>Actinomyces pyogenes</i> <i>Clostridium perfringens</i> <i>Escherichia coli</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>Corynebacterium pseudotuberculosis</i> <i>Fusobacterium necrophorum</i> <i>Klebsiella</i>	Ismail et coll., 1990, <i>Vet. Med. J. Giza</i>

■ CONCLUSION

Du fait que cette maladie touche de préférence les sujets jeunes et qu'elle peut conduire à une atteinte de l'état général, la lutte s'avère nécessaire. La vulgarisation auprès des chameliers, leur formation et leur équipement en produits antiseptiques nécessaires pourraient être les solutions pour éviter les complications possibles des fistules, surtout lorsqu'on sait qu'il est très difficile d'accéder et de localiser un troupeau sur le terrain à cause de sa mobilité.

Le mode sédentaire d'élevage semble favoriser la survie de *C. pseudotuberculosis* qui entraînerait la forme contagieuse d'après Anderson (2) et qui pourrait persister longtemps en milieu extérieur, alors qu'en élevage extensif, il est très rare de trouver un animal adulte atteint par la maladie. Cependant, l'éradication de la maladie paraît difficile, compte tenu de la grande résistance des germes dans le milieu extérieur et de la multiplicité des espèces réceptives, notamment les ovins et les caprins. Par contre, il est possible de limiter l'infection par la bonne conduite sanitaire des troupeaux.

BIBLIOGRAPHIE

1. AFZAL M., SAKIR M., MAJID H.M., 1996. *Corynebacterium pseudotuberculosis* infection and lymphadenitis (taloa or mala) in the camel. *Trop. Anim. Health Prod.*, **28**: 158-162.
2. ANDERSON D.E., 2000. Contagious abscesses in camelids. W.W.W.vet.Ohio-state.edu/docs/clin.sci/camelid/abscess.htm
3. CURASSON G., 1947. Le chameau et ses maladies. Paris, France, Vigot frères, 462 p.
4. DEWITT K., 1999. Caseous lymphadenitis is a very contagious disease that causes internal and external abscesses. Eradication is difficult and

vaccination has shown to be helpful in management of the disease in infected herds. W.W.W.ogdomain.com/web/silhouettepygmygaets/cl

5. DOMENECH J., GUIDOT G., RICHARD D., 1977. Les maladies pyogènes du dromadaire en Ethiopie : symptomatologie - étiologie. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **30** : 251-258.
6. FAYE B., 1997. Guide de l'élevage de dromadaire. Libourne, France, Sanofi, 126 p.
7. HIGGINS A.J., 1986. The camel in health and diseases. London, UK, Bailliere Tindall, 168 p.
8. ISMAIL M., EZZAT M., EL-JAKEE J., EL-SAYED Z.E., ABDERAHMEN M., 1990. Microorganisms associated with closed abscesses of camels in Egypt. *Vet. Med. J. Giza*, **38**: 53-62.
9. MOUSTAFA A.M., 1994. First observation of camel (*Camelus dromedarius*) lymphadenitis in Libya: a case rapport. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **47**: 313-314.
10. RICHARD D., 1975. Etude de la pathologie du dromadaire dans la sous-province de Borana (Ethiopie). Thèse Doct. vét., université de Créteil, France, 181 p. (N° 75)
11. SCHWARTZ H.J., DIOLI M., EDS, 1992. The one-humped camel in Eastern Africa. A pictorial guide to diseases, health care and management. Weikersheim, Germany, Verlag Josef Margraf, 282 p.
12. TEJEDOR M.T., MARTIN J.L., LUPIOLA P., GUTIERREZ C., 2000. Caseous lymphadenitis caused by *Corynebacterium ulcerans* in the dromedary camel. W.W.W.cvma.acmv.org/vet_journals/cvj/contents/00/feb-toc00.htm
13. WALKER J., JACKSON H.J., BRANDON M.R., MEEUSEN E.N.T., 1991. Lymphocyte subpopulations in pyogranulomas of caseous lymphadenitis. *Clin. exp. Immunol.*, **86**: 13-18.
14. WERNERY U., KAADEN O.R., 1997. Contagious diseases in the dromedary camel. Berlin, Germany, Blackwell Wissenschafts, 110 p.

Reçu le 03.04.2003, accepté le 29.03.2004

Summary

Seddik M.M., Ben Said M.S., Benzarti M., Khorchani T., Messadi L., Amara A. Contribution to the Study of Abscess Disease in the Dromedary (*Camelus dromedarius*) in Nefzaoua Region (southwest of Tunisia)

Results of an epidemiological, clinical and bacteriological survey about the abscesses disease in Nefzaoua region (southwest of Tunisia) are presented. It concerned 33 herds in extensive conditions and also animals exploited in the touristic sector. Clinical and bacteriological examinations were carried out on 38 animals from these herds. The disease was generally characterized by one or two abscesses in the external lymph nodes, usually in those at the base of the neck, and the prescapular nodes. The internal form of the disease was not observed in 72 camels slaughtered at the region slaughterhouse. Nine per cent of the animals had abscesses. Generally, the disease was observed in the young less than one year old. The main factors that caused onset of the disease were tattooing, mixing animals from different herds and tick infection. Different bacteria were isolated, in particular staphylococci (53% of cases), *Corynebacterium pseudotuberculosis* (18%) and *Actinomyces pyogenes* (26%).

Key words: *Camelus dromedarius* – Lymphadenitis – Abscess – Epidemiology – Tunisia.

Resumen

Seddik M.M., Ben Said M.S., Benzarti M., Khorchani T., Messadi L., Amara A. Contribución al estudio de la enfermedad de los abscesos en el dromedario (*Camelus dromedarius*) en la región de Nefzaoua (sudeste de Túnez)

Se presentan los resultados de una encuesta epidemiológica y clínica y del examen bacteriológico relativo a la enfermedad de los abscesos en el dromedario en la región de Nefzaoua (sudeste de Túnez). El estudio epidemiológico concernió 33 establecimientos extensivos, así como dromedarios explotados en el sector turístico. Los estudios clínicos y bacteriológicos se llevaron a cabo en 38 animales de estos establecimientos. Clínicamente, la enfermedad no afectó el estado general del animal y a menudo afectó los nódulos linfáticos cervicales inferiores y pre-escapulares, con uno o dos abscesos por animal afectado. La forma interna de la enfermedad no fue observada en las 72 carcasas sacrificadas en el matadero de la región. La morbilidad de la enfermedad en la región fue de 9%. Esta enfermedad afecta a menudo los jóvenes menores de un año de edad. Los factores favorecedores más incriminados en la aparición de la enfermedad fueron: el tatuaje, el agrupamiento de los animales provenientes de diferentes crías y la infestación por garrapatas. Se aislaron diferentes gérmenes, principalmente estafilococos (53%), *Corynebacterium pseudotuberculosis* (18%) y *Actinomyces pyogenes* (26%).

Palabras clave: *Camelus dromedarius* – Linfadenitis – Absceso – Epidemiología – Túnez.

Principales maladies infectieuses et parasitaires du bétail

Europe et régions chaudes

Volume I : Généralités - Maladies virales

Volume II : Maladies bactériennes - Mycoses - Maladies parasitaires

*Pierre-Charles Lefèvre, Jean Blancou,
René Chermette (coordonnateurs)*

Encéphalopathies spongiformes transmissibles, fièvre aphteuse, peste porcine, trichinellose, « anthrax »... depuis quelques années, les maladies infectieuses du bétail resurgissent régulièrement sur la scène médiatique, avec des conséquences parfois dramatiques en termes de santé animale ou de santé publique. D'autres maladies entraînent des pertes, plus discrètes mais récurrentes, pour les éleveurs des pays tropicaux dont le bétail est atteint de péripneumonie contagieuse bovine, de peste porcine africaine, de trypanosomoses... En quelques mois, une maladie « exotique » peut aussi affecter un pays d'Europe et coûter des milliards de dollars.

Cette parution vient donc à point nommé. D'autant qu'elle représente le traité le plus exhaustif de la littérature francophone publié sur ce thème depuis plus de cinquante ans : 106 spécialistes internationaux ont contribué à cette référence durant trois années. L'ouvrage recouvre toutes les espèces animales de rente : bovins, petits ruminants, porcins, équins et même camelins. Les maladies étudiées concernent aussi bien les régions tempérées, notamment européennes, que les régions chaudes comme le bassin méditerranéen ou les pays tropicaux. De nombreuses maladies dites émergentes et menaçant l'Europe y sont décrites (fièvre catarrhale du mouton, peste équine, fièvre aphteuse...). Une attention particulière est également apportée aux maladies qui affectent les animaux sauvages, réservoir de nombreuses maladies graves pour les animaux domestiques ou l'homme.

Les différents chapitres soulignent, si nécessaire, l'aspect zoonotique potentiel de certaines maladies animales et décrivent brièvement ces maladies chez l'homme : les médecins devraient donc aussi y trouver des informations très utiles en terme de protection de la santé publique. La présentation choisie permet au lecteur de trouver aisément l'information qu'il recherche : plan des chapitres identiques, nombreux



sous-titres et index détaillé à la fin du livre. L'iconographie est particulièrement originale et soignée : les photographies en couleurs ont été multipliées et les tableaux et graphiques garantissent une illustration synthétique du texte.

Ce traité s'adresse plus particulièrement aux vétérinaires praticiens ou agents de l'État, ainsi qu'aux zootechniciens et aux agents techniques chargés du développement, de la protection ou de l'amélioration de l'élevage. Mais il sera également utile aux étudiants vétérinaires ou agronomes, et même aux élèves des lycées agricoles. Enfin, les médecins et les biologistes y découvriront les données épidémiologiques indispensables à la compréhension de la transmission des maladies animales à l'homme et, d'une façon plus générale, des interactions entre maladies animales et maladies humaines.

Deux volumes inséparables

Format 21 x 27 cm ; 1 824 p.

Prix : 150 €

Éditions médicales internationales

Vous pouvez vous procurer cet ouvrage dans toutes les librairies spécialisées et à la librairie E.M. INTER :

*Allée de la Croix Bossée - 94234 Cachan Cedex
Tél. 01.45.46.15.00 - Fax 01.47.40.67.99*

Tsetse and Trypanosomoses in Ghana in the Twentieth Century: a Review

C.I. Mahama¹ H.A. Mohammed¹ M. Abavana¹
I. Sidibé² A. Koné² S. Geerts³

Key words

Glossina – Livestock –
Trypanosomosis – Distribution –
Control method – Ghana.

Summary

African animal trypanosomosis, transmitted by tsetse flies (*Glossina* spp.) is a major constraint limiting the optimal utilization of land for agricultural production in tsetse-infested areas of Ghana. In the last 50 years various workers have made attempts at mapping the distribution of tsetse flies and the disease they transmit with a view to instituting appropriate control measures. Due to the increasing human population and agricultural expansion, there has been a retreat of the *morsitans* group of tsetse flies into protected areas. From the standpoint of livestock production, therefore, members of the *palpalis* group remain the most important vectors of trypanosomosis as they are able to persist even in areas of intense land use. The optimal exploitation of trypanotolerance as a means of trypanosomosis control is hampered by increased crossbreeding with trypanosusceptible breeds. Although the incidence of sleeping sickness has decreased drastically over the last decades, the current status of the disease has not been investigated. This paper takes a retrospective look at the problem of tsetse and trypanosomosis in Ghana, assesses the current disease situation and highlights some research perspectives that are relevant to the sustainable control of the disease.

■ INTRODUCTION

The optimal utilization of land for agricultural production in low-input systems, which is the predominant system of production in Ghana, should entail the holistic removal of constraints that impede livestock production. These constraints include poor management practices, inadequate nutrition during the dry season, livestock diseases, and lack of access to farm credit (1). Although epidemic diseases such as anthrax and rinderpest have been controlled through rigorous annual vaccinations, parasitic diseases continue to

cause significant but insidious production losses. The parasitic disease of major economic importance is animal trypanosomosis transmitted by the tsetse fly (*Glossina* spp.). Gyening (9) observed that the density of livestock, especially cattle, is inversely proportional to the trypanosomosis challenge and that in high challenge areas there is the virtual exclusion of the keeping of zebu cattle, horses and donkeys. Early attempts to control tsetse flies were aimed primarily at reducing the prevalence of sleeping sickness (13). In an effort to improve the West African Shorthorn breed of cattle through a breeding program that involved crossbreeding with the zebu, Stewart (25) established a breeding station at Pong Tamale in Northern Ghana. Since trypanosusceptible breeds were involved in the program, it was deemed necessary to reduce the risk of trypanosomosis through the suppression of tsetse populations along the Nabogu river. Over the years, this ad-hoc approach has gradually changed to one in which trypanosomosis control was undertaken as an integral part of agricultural development. The purpose of this paper was to review the problem of trypanosomosis in Ghana with a view to highlighting the importance of the disease with regard to agricultural development.

1. Tsetse and Trypanosomiasis Control Unit, Veterinary Services Department, PO Box 97, Pong-Tamale, Ghana

2. Centre international de recherche-développement sur l'élevage en zone sub-humide, 01 BP 454, Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso

3. Institute of Tropical Medicine, Nationalestraat 155, 2000 Antwerpen, Belgium

* Corresponding author

Tel: +32 32 47 62 62; Fax: +32 32 47 62 68

E-mail: sgeerts@itg.be

It seeks also to propose measures that could be taken, especially in the area of research, to promote sustainable livestock production in tsetse-infested areas of the country using existing options for the control of tsetse and trypanosomoses.

■ TSETSE SPECIES DISTRIBUTION

The first attempt at field research on the distribution of tsetse flies (24) showed the presence of the following economically important species: *Glossina palpalis* s.l., *G. tachinoides*, *G. morsitans* s.l. and *G. longipalpis*. A more comprehensive description of the occurrence of these species according to vegetation types and climate was given by Nash (16). In surveys conducted in the drier parts of the country it was found that where *G. palpalis* s.l. and *G. tachinoides* coexisted, *G. palpalis* formed only a small percentage of the tsetse flies. *G. longipalpis* and *G. morsitans* s.l. were associated with game animals in open woodland savanna. Based on the records of other workers and some investigations of his own, Offori (17) prepared a map that showed *G. longipalpis* as occurring in the transitional forest zone, while *G. fusca*, *G. nigrofusca*, *G. tabaniformis* and *G. medicorum* were shown as occurring in the forest zone. During the period between 1978 and 1983 tsetse surveys were carried out to determine the distribution of tsetse flies in the northern half of the country between latitude 8°N and 11°N (6). At various times between 1983 and 2000 other tsetse surveys were conducted in the coastal and derived savanna zones by the Tsetse and Trypanosomiasis Control Unit (TTCU) of the Veterinary Services of Ghana (27, 29, 30). A composite map (Figure 1) shows the results of tsetse surveys carried out between 1978 and 2000. The map also shows the distribution of the *fusca* group of tsetse flies as reported by Offori (17).

The surveys confirmed the presence of *G. tachinoides* along the fringing vegetation of watercourses between latitudes 8°N and 11°N. The species was only absent in areas where fringing riverine vegetation was completely obliterated. In areas where *G. palpalis* was found to coexist with *G. tachinoides*, the former occurred in much smaller numbers. *G. palpalis gambiensis* was absent at the upper limits of the White Volta (beyond latitude 10° 15'), where the fringing vegetation was abundant but had no closed canopy. In Northern Ghana, *G. morsitans submorsitans* was found only in the Mole, Wahabu and Bui game parks and their immediate vicinity, and in the Brong Ahafo Region, only in the game park of Sene District. The retreat of *G. morsitans submorsitans* into protected areas is associated with the extermination of game animals and agricultural expansion as observed by Reid et al. (20).

■ PREVALENCE OF TRYPANOSOMOSES

Early workers in trypanosomosis surveillance and control (13, 14, 32) focused on developing effective methods for the control of human African trypanosomoses through a better understanding of tsetse ecology. The first British veterinarian in Ghana, W.P.B. Beal, in an unpublished report in 1909, testified to the widespread occurrence of trypanosomoses in cattle, sheep and horses across the country. The occurrence of pathogenic trypanosomes (*Trypanosoma vivax*, *T. congolense* and *T. brucei*) in cattle trekking from Northern Ghana to the Southern markets of Ghana was described by Pomeroy and Morris (19). Infection in cattle was found to vary from 0%, at the point of departure in the tsetse-free area of Pusiga in the North, to 60% at the Yeji and Kumasi cattle markets, the animals having been infected en route by contact with *G. morsitans submorsitans* and *G. palpalis* s.l. This wide variation in the prevalence of trypanosomoses is still a major feature of the epidemiology of the disease in Ghana and is

consistent with the correlation between tsetse apparent density and the risk of trypanosomoses described by Rogers (23). Trypanosomosis surveys, carried out using the buffy coat technique (15) in various parts of the country between 1995 and 2001, showed the prevalence of the disease to range from 5% in the low risk areas, such as the Dangme West and Nanton Districts, to about 50% in the high risk areas, such as the West Mamprusi and Damango Districts (28). The prevalence of the disease in the coastal savanna is higher in Dangme East than in Dangme West. In the latter district, riverine vegetation is virtually non-existent. Figure 2 depicts the mean prevalence of bovine trypanosomoses in Ghana at the district level. It is not possible to make a categorical statement on the evolution of the prevalence of trypanosomoses in the last century because it is not a routine practice of the Veterinary Services Department to perform annual nation-wide

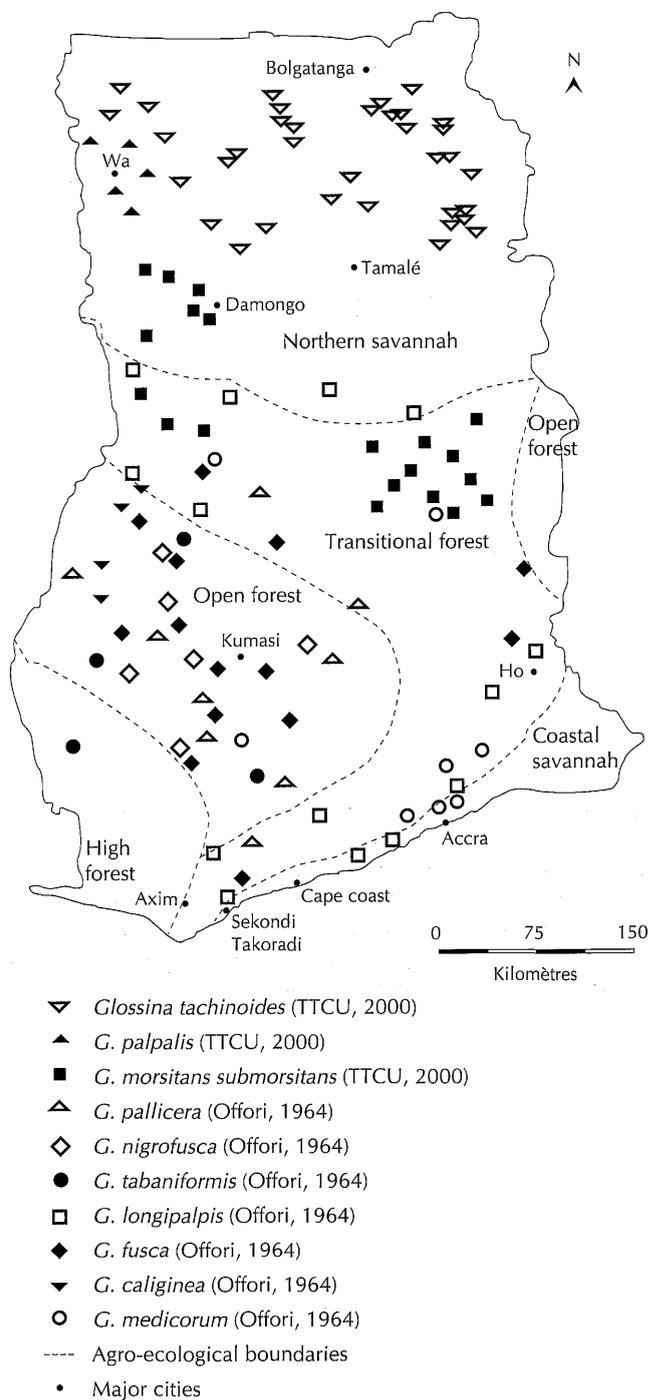


Figure 1: Tsetse distribution in Ghana.

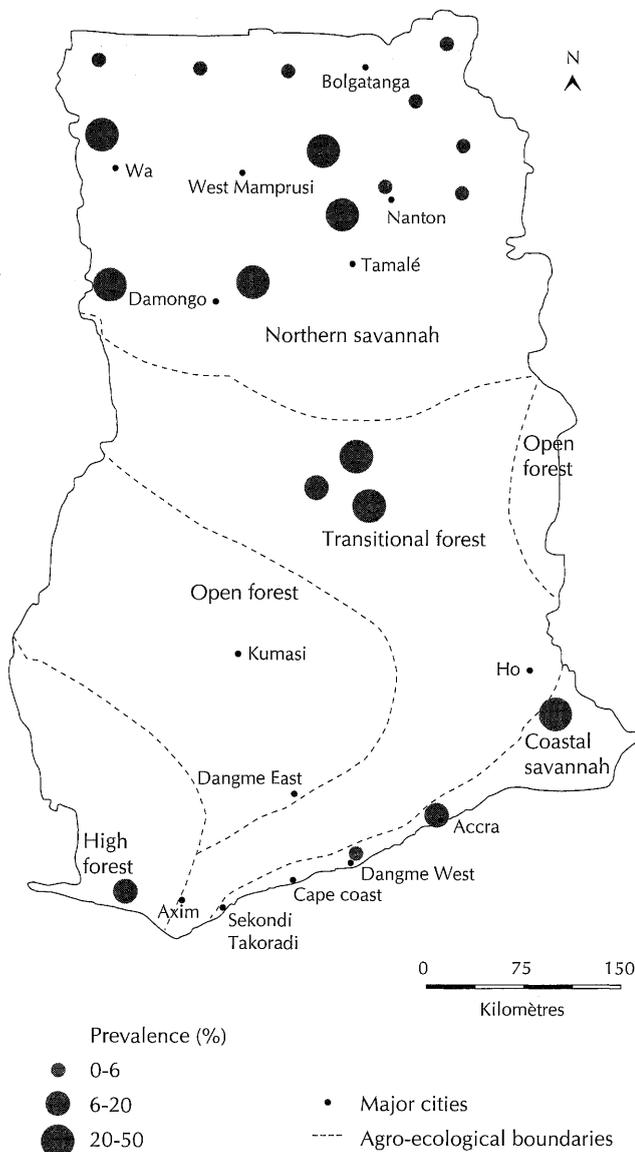


Figure 2: Prevalence of bovine trypanosomoses in Ghana (based on the buffy coat technique).

surveys. Notwithstanding this lapse, some general statements based on field observations can be made. The prevalence of trypanosomoses has declined appreciably in urban and suburban areas where the *morsitans* group of flies has disappeared and the livestock has no contact with riverine tsetse flies. In rural areas, where livestock is highly dependent on rivers for water and where riverine tsetse flies are found, trypanosomoses continue to be a major problem (6). The results of a comparative study using the buffy coat and PCR techniques in the Savelugu and West Mamprusi Districts of Northern Ghana (Mahama, unpubl. results) showed that the prevalence of bovine trypanosomoses was lower in the former (8 vs 16%), where intensive land use in close proximity to riverine vegetation has obliterated tsetse habitat. Outbreaks of bovine trypanosomoses, where entire immigrant herds were decimated in a matter of months (Abavana, pers. commun., 2002), have been reported; the herds had been brought from the tsetse-free areas of Accra plains to the high trypanosome challenge areas of the Brong Ahafo Region (Sene District).

With regard to sleeping sickness, epidemics occurred in the 1940s (13, 14). These were reported in the town of Lawra where the hospital recorded over 1200 cases of sleeping sickness in a population of 40,000 people. Other foci of sleeping sickness,

where an infection rate of about 5% was reported, included Kintampo, in the middle belt of the country, Tumu, Wa, Gambaga and Yendi of the Northern territories. Perhaps because of the slow nature of the sleeping sickness caused by a *T. brucei gambiense* infection, mortality rates were not reported. The prevalence was reduced to less than 10% of the original level following the rigorous application of control methods, which included selective bush clearing and chemotherapy.

Following the successful control of the epidemics that occurred in the 1940s, no systematic surveys have been carried out on a national scale to ascertain the true status of the disease in Ghana. A terminal case of sleeping sickness in a student of Komenda College was reported at the Effia-Nkwanta Hospital, in Takoradi, Western region of Ghana (Director of Medical Services, Takoradi, pers. commun., 1995). The Western region is contiguous with Côte d'Ivoire and there is speculation that cases of sleeping sickness in this region occur in people who have worked in plantations known to be foci of the disease in Côte d'Ivoire.

■ TRYPANOSOMOSIS CONTROL

The ultimate aim of the control of trypanosomoses is to ensure that livestock are viably productive in tsetse-infested areas. Approaches that could be used to achieve this aim include the control of tsetse populations (12), use of drugs (18) and rearing of trypanotolerant livestock (5) or a combination of these (11).

Vector control

Pioneering work in tsetse control mainly involved the drastic alteration of the tsetse habitat, by the selective removal of vegetation types that were associated with tsetse survival. Such clearings were carried out on a massive scale in the Nabogu Valley of the Northern region (25), and in Lawra, along the river Kamba (13). Trials were also carried out in the Upper West region on the possible control of tsetse flies using various trap designs (14). There were unpublished reports of limited game destruction as a means of controlling tsetse flies. In view of the negative environmental impact of these methods, they were abandoned in the early 1950s. It was not until 1996 that a community-based tsetse control project involving the use of deltamethrin-impregnated blue screens was carried out in the coastal savanna. About 600 deltamethrin-impregnated blue screens and 200 deltamethrin-impregnated traps were deployed in the Lower Volta river basin drainage network (27). In the same exercise, about 500 cattle were topically treated with deltamethrin "pour on". Within three months of the application of these methods, the tsetse population was reduced by 98%. The method proved highly effective but could not be sustained because community enthusiasm waned as a result of the false perception that the tsetse fly menace no longer existed.

Large-scale community-based vector control operations, involving the use of insecticide-impregnated traps and screens as well as the use of pour ons, are expected to commence by 2004 in priority areas as part of the activities of the Tsetse and Trypanosomiasis Control Unit.

Chemotherapy

The use of prophylactic and curative drugs has remained the most popular method for the management of animal trypanosomoses from the late 1950s to date (28). It is regrettable that no systematic investigation has ever been conducted in the country to quantify the utilization of trypanocides. A number of problems are encountered when an attempt is made to evaluate the use of

trypanocides. Firstly, because of liberalized trade, it is virtually impossible to monitor the inflow of trypanocides into the country. Secondly, there is no mechanism in place to monitor the movement of drugs from the point of distribution to the end user. Due to the lack of diagnostic services at the rural level, it is estimated that in more than 90% of cases, the use of trypanocides is not based on a parasitological diagnosis; it is thus difficult to estimate how many confirmed cases of trypanosomoses are treated per year. For the purpose of this review, however, it can be stated that there are more than 51 registered pharmacies located in 13 major towns and cities. Several other unregistered pharmacies deal in the trypanocide trade. It is estimated that more than US\$ 300,000 worth of trypanocides (Diminazene and isometamidium compounds) are sold every year (Mohammed Amin, pers. commun., 2003). According to the same source, the commonest diminazene compounds on the market are Berenil[®], Veriben[®], Dophanil[®], Dimaze[®], Nazomil[®], and Diminavet[®]; while the isometamidium compounds found are Samorin[®], and Veridium[®]. Quinapyramine salts, Ehidium[®] and Homidium[®] have been rare on the market for the past two decades (Sakara Yakubu, pers. commun., 2003).

■ TRYPANOTOLERANT LIVESTOCK

Stewart (26) recognized the need to conserve and multiply the trypanotolerant indigenous dwarf cattle breed, which he called the West African Shorthorn, as a means of maintaining viable livestock production in tsetse-infested areas of Ghana. Nash (16) observed that, from a veterinary point of view, tsetse flies were the main constraint limiting the rearing of large humped zebu cattle in tsetse-infested areas of Ghana and that indigenous breeds appeared to be more productive under similar trypanosome challenge. According to the Livestock Census of 1997 carried out by the veterinary services of Ghana, the cattle population of Ghana was 1.5 million. Of this national herd, the West African Shorthorn constituted 70%. The next cattle breed in terms of numbers (25%) was the Sanga, which is a cross between the local West African Shorthorn and the zebu. The large humped zebu breed constituted about 5%. The distribution of trypanotolerant breeds of cattle is related to trypanosome challenge. In the relatively tsetse free areas of the Accra plains and the drier northern areas for example, there is a predominance of zebu cattle, while in the high challenge areas, such as those along the Black Volta and in the *morsitans* zone, there is a predominance of the pure West African Shorthorn breed. There is the general observation that most farmers prefer to use zebu cattle as breeders in their herds. Most sheep and goat breeds are of the trypanotolerant dwarf type. Sahelian breeds are sometimes used to be crossed with local dwarf small ruminants but their crossbreeds account for less than 10% of the small ruminant population (7).

■ SUGGESTIONS FOR FUTURE RESEARCH

Suggestions made on the pursuit of future research in this review are founded on the experiences of fieldwork conducted in the last two decades, in various parts of the country. The proposed research themes are of immediate and long-term relevance to the sustainable control of tsetse and trypanosomoses. The order in which they have been presented does not necessarily represent the sequence in which they have to be conducted.

Remote sensing and vector control

The integrated applications of recently developed non-pollutant methods of tsetse control have proven effective in the suppression

of tsetse populations (11). The cost of these methods is ultimately linked to the area of the tsetse habitat treated. To ensure that minimal costs in vector control are incurred, the use of remote sensing techniques would be essential in the precise identification of potential tsetse habitat (4, 22). The application of remote sensing techniques for the identification of epidemiologically important sites of transmission of trypanosomoses of riverine tsetse flies as described by de La Rocque et al. (3) would be particularly relevant to the control of trypanosomoses in Ghana. Along similar lines, cross-sectional and longitudinal epidemiological surveys, with the support of remote sensing techniques, were initiated in 2000 and will end in 2004. These surveys, conducted under the Concerted Research Program for Livestock Research and Development (PROCORDEL) coordinated by the Centre international de recherche-développement sur l'élevage en zone sub-humide (CIRDES), are expected to generate information that will facilitate the elaboration of a cost-effective approach to vector control.

Selection of priority areas for the control of tsetse and trypanosomoses

Geographic Information Systems (GIS) have become increasingly important as tools for decision making in the selection of priority areas for tsetse control (21). In the low input systems of livestock production, priority areas for tsetse control are those where the removal of trypanosomoses as a constraint would enhance crop/livestock integration (10). A prerequisite for the fruitful application of GIS for decision making in the selection of priority areas is the availability of epidemiological data of sufficient quality and quantity. In this respect there is a need to update existing information on agricultural suitability, crop production, livestock population, human population as well as information on tsetse and trypanosomosis. In view of the costs involved in surveys, consideration should be given to the addition of value to retrospective data.

Drug resistance

The continued use, in the last 40 years, of a limited number of trypanocidal drugs that are closely related has led to the emergence of drug resistant trypanosomes in various parts of Africa (2, 18). A problem that is probably not peculiar to Ghana alone is the lack of an effective mechanism to monitor the use of trypanocides at the farm level. There is therefore a strong suspicion that under-dosage and the use of substandard drugs are common practice. Against this background it is imperative that a systematic investigation be initiated to evaluate the use of trypanocides in the country and to quantify the problem of drug resistance as discussed by Geerts et al. (8).

Conserving indigenous breeds of livestock

Trypanotolerant breeds of cattle have played an invaluable role in maintaining the livestock resource base in tsetse-infested areas. Over the years, however, there has been gradual but sustained crossbreeding of the West African Shorthorn with zebu breeds coming from neighboring countries. Indications are that this trend will go on for a long time. From a biodiversity point of view and from the standpoint of increasing the options available for trypanosomosis control it is crucial that an evaluation of the impact of breeding practices on the population of indigenous breeds be carried out. A temporal and spatial analysis of cattle breed distribution spanning at least 40 years could provide useful information on the development of strategies for the conservation of indigenous breeds.

■ CONCLUSION

The economically important species of *Glossina* are extensively distributed over the different agro-ecological zones of the country. In the last century there has been a retreat of the *morsitans* group of tsetse flies to protected areas as a result of agricultural expansion. The *palpalis* group of tsetse flies have exhibited greater tenacity to their environment and still survive (albeit in smaller numbers) and transmit animal trypanosomoses in areas where the *morsitans* group have disappeared. The prevalence and incidence of animal trypanosomoses across the country is as varied as prevailing tsetse habitat types. Over the last century, a general decline of the prevalence of both animal and

human trypanosomoses appears to have occurred in areas of high demographic pressure (urban and suburban areas).

Available options for the control of trypanosomoses include the exploitation of trypanotolerance, the optimal utilization of existing trypanocidal drugs and the application of non-pollutant vector control methods. The option or combination of options adopted in any given area would depend on prevailing circumstances, with technical and economic feasibility as well environmental consequences being the overriding considerations. In view of the crucial roles that trypanotolerant livestock and trypanocides have played in the control of trypanosomoses, knowledge gaps identified in the utilization of these options should be filled through applied research.

REFERENCES

1. AGYEN-FREMPONG M., 1988. Strategies for livestock development in tsetse fly infested areas of Northern Ghana. In: Ferra B. Ed., Proc. National seminar on land use in tsetse fly infested and onchocerciasis freed zones. Rome, Italy, FAO, p. 101-107.
2. ANENE B.M., ONAH D.N., NAWA Y., 2001. Drug resistance in pathogenic African trypanosomes: what hopes for the future? *Vet. Parasitol.*, **96**: 83-100.
3. DE LA ROCQUE S., MICHEL J.F., DE WISPELAERE G., CUISANCE D., 2001. New tools for animal trypanosomosis study: Remote sensing and geographical information system to highlight the sites of transmission. *Parasite*, **8**: 171-195.
4. DE WISPELAERE G., 1994. Contribution of satellite remote sensing to the mapping of potential *Glossina* biotopes. Case study of the Adamawa Plateaux in Cameroon. Rome, Italy, FAO, p. 74-89. (Animal Health No 121)
5. D'ETEREN G.D.M., AUTHIE E., WISSOCQ N., MURRAY M., 1998. Trypanotolerance, an option for sustainable livestock production in areas at risk from trypanosomoses. *Revue sci. tech. Off. int. Epizoot.*, **17**: 154-175.
6. DRAEGER N., 1983. Tsetse and trypanosomiasis control in Ghana. End of Project Report. Pong Tamale, Ghana, Veterinary Services Department, p. 1-25.
7. FAO, ILCA, UNEP, 1980. Trypanotolerant livestock in West and Central Africa. Rome, Italy, FAO, p. 149-164. (Animal Health No 20)
8. GEERTS S., HOLMES P.H., DIALLO O., EISLER M.C., 2001. African bovine trypanosomiasis: the problem of drug resistance. *Trends Parasitol.*, **17**: 25-28.
9. GYENING K.O., 1985. Desk study for preparatory assistance mission in Accra. Rome, Italy, FAO.
10. HENDRICKX G., NAPALA A., DAO B., BATAWUI K., BASTIAENSEN P., DEDEKEN R., VERMEILEN A., VERCRUYSSSE J., SLINGENBERGH J.H.W., 1999. The area-wide epidemiology of bovine trypanosomosis and its impact on mixed farming in subhumid West Africa; a case study in Togo. *Vet. Parasitol.*, **84**: 13-31.
11. HOLMES P.H., 1997. New approaches to the integrated control of trypanosomosis. *Vet. Parasitol.*, **71**: 121-135.
12. JORDAN A.M., 1986. Trypanosomiasis control and African rural development. London, UK, Longman, 357 p.
13. MORRIS K.R.S., 1947. The control of trypanosomiasis by entomological means. *Bull. Entomol. Res.*, **37**: 201-247.
14. MORRIS K.R.S., MORRIS M.G., 1949. The use of traps against tsetse flies in West Africa. *Bull. Entomol. Res.*, **39**: 501-531.
15. MURRAY M., MURRAY P.K., MCINTYRE W.I.M., 1977. An improved parasitological technique for the diagnosis of African trypanosomiasis. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, **71**: 325-326.
16. NASH T.A.M., 1948. Tsetse flies in British West Africa: the Gold Coast. London, UK, Her Majesty Stationary Office, p. 28-47.
17. OFFORI E.D., 1964. Tsetse flies in Ghana. *Ghana J. Sci.*, **4**: 1-8.
18. PEREGRINE A.S., 1994. Chemotherapy and delivery systems-haemoparasites. *Vet. Parasitol.*, **54**: 223-248.
19. POMEROY A.W.J., MORRIS K.R.S., 1932. The tsetse problem on the Eastern cattle route in the Gold Coast. *Bull. Entomol. Res.*, **23**: 501-531.
20. REID S., KRUSKA R.L., DEICHMAN U., THORNTON P.K., LEAK S.G., 2000. Human population growth and the extinction of the tsetse fly. *Agric. Ecosyst. Environ.*, **77**: 227-236.
21. ROBINSON T., 1998. Geographic information systems and the selection of priority areas for control of tsetse-transmitted trypanosomiasis in Africa. *Parasitol. Today*, **14**: 457-460.
22. ROBINSON T., ROGERS D., WILLIAMS B., 1997. Mapping tsetse habitat suitability in the common fly belt of Southern Africa using multivariate analysis of climate and remotely sensed vegetation data. *Med. vet. Entomol.*, **11**: 235-245.
23. ROGERS D.J., 1985. Trypanosomiasis "risk" or challenge: a review. *Acta trop.*, **42**: 5-23.
24. SIMPSON J., 1914. Entomological research in British West Africa. *Bull. Entomol. Res.*, **5**: 1-36.
25. STEWART J., 1937. Report on the eradication of tsetse flies of the *G. palpalis* group from the Pong Tamale area, Northern Territories, Gold Coast. Pong Tamale, Ghana, Veterinary Services Department, p. 15.
26. STEWART J., 1938. The cattle of the Gold Coast. *Emp. J. exp. Agric.*, **3**: 85-94.
27. TTCU, 1996. Tsetse control activities in the coastal savanna of Ghana, National Livestock Services Project progress report. Pong Tamale, Ghana, Veterinary Services Department, p. 1-56.
28. TTCU, 1997. Country report: Ghana. In: Proc. International Scientific Council for the Research and Control of Trypanosomiasis, Maputo, Mozambique, p. 82-87.
29. TTCU, 1998. Tsetse and trypanosomiasis control activities, National Livestock Services Project annual report. Pong Tamale, Ghana, Veterinary Services Department, p. 20.
30. TTCU, 2000. Progress report on tsetse and trypanosomiasis research in Ghana. Pong Tamale, Ghana, Veterinary Services Department, p. 15.
31. TTCU, 2001. Progress report on tsetse and trypanosomiasis research in Ghana. Pong Tamale, Ghana, Veterinary Services Department, p. 20.
32. ZUPITA M., 1909. Sleeping sickness in Togoland and the Gold Coast. *Bull. Sleeping Sickness Bur.*, **2**: 121-125.

Reçu le 10.10.2003, accepté le 09.01.2004

Résumé

Mahama C.I., Mohammed H.A., Abavana M.A., Sidibé I.B., Koné A., Geerts S.C. Mouches tsé-tsé et trypanosomoses au Ghana au vingtième siècle

La trypanosomose animale africaine, transmise par les mouches tsé-tsé (*Glossina* spp.), est un problème majeur limitant l'utilisation optimale de la terre destinée à l'agriculture dans les régions du Ghana infestées de glossines. Au cours des 50 dernières années plusieurs chercheurs ont analysé la distribution des mouches tsé-tsé et la maladie qu'elles transmettent afin d'adapter les mesures de contrôle appropriées. A cause de la croissance démographique et de l'expansion agricole, l'aire de distribution des glossines du groupe *morsitans* a diminué. Les mouches du groupe *palpalis* restent les vecteurs les plus importants de la trypanosomose animale, parce qu'elles sont capables de persister même dans les régions fortement occupées par l'agriculture. L'exploitation optimale de la trypanotolérance comme moyen de contrôle des trypanosomoses est entravée par l'utilisation croissante d'animaux croisés avec les races locales trypanosensibles. Bien que l'incidence de la maladie du sommeil ait diminué significativement au cours des dernières décennies, l'état actuel de la maladie n'est pas bien connu. Cette revue décrit l'histoire du problème de la trypanosomose et de ses vecteurs au Ghana, examine la situation actuelle de la maladie et identifie quelques priorités de recherche dans l'optique d'un contrôle durable de la trypanosomose.

Mots-clés : *Glossina* – Bétail – Trypanosomose – Distribution – Méthode de lutte – Ghana.

Resumen

Mahama C.I., Mohammed H.A., Abavana M.A., Sidibé I.B., Koné A., Geerts S.C. Tsé-tsé y tripanosomosis en Ghana en el siglo veinte: una revisión

La tripanosomosis animal africana, transmitida por las moscas tsé-tsé (*Glossina* spp.) representa un obstáculo mayor, que limita la optimización del uso de la tierra para la producción agrícola en las zonas infestadas de Ghana. Durante los últimos 50 años, diversos trabajadores han tratado de cartografiar la distribución de las moscas tsé-tsé y de la enfermedad que estas transmiten, con el fin de instituir medidas de control apropiadas. Debido al aumento de la población humana y a la expansión agrícola, ha habido un retiro del grupo *morsitans* de las moscas tsé-tsé hacia zonas protegidas. Desde el punto de vista de la producción animal, sin embargo, miembros de los *palpalis* continúan a ser los vectores más importantes de la tripanosomosis, debido a que su capacidad de persistir en áreas de uso intenso de la tierra. La explotación óptima de la tripanotolerancia como medio de control de la tripanosomosis se encuentra bloqueada por el aumento de los cruces entre razas tripano-susceptibles. A pesar de que la incidencia de la enfermedad del sueño ha disminuido drásticamente en las últimas décadas, no se ha investigado el estadio actual de la enfermedad. El presente trabajo realiza un estudio retrospectivo del problema de la tsé-tsé y de la tripanosomosis en Ghana, evalúa la situación presente de la enfermedad y realza varias perspectivas de investigación relevantes para el control sostenido de la enfermedad.

Palabras clave: *Glossina* – Ganado – Tripanosomosis – Distribución – Método de control – Ghana.

Drug Resistant Trypanosomes: a Threat to Cattle Production in the Southwest of Ethiopia

H. Chaka¹ G. Abebe^{2*}

Key words

Cattle – Zebu – *Trypanosoma congolense* – Drug resistance – Ethiopia.

Summary

Trypanosomosis is an important disease of cattle in the southwest of Ethiopia. At present chemotherapy and chemoprophylaxis are the only practical methods available for the control of animal trypanosomosis, but their effectiveness is being eroded by the emergence of drug resistant trypanosomes. Of the drugs available for the treatment of animal trypanosomosis, Berenil® (diminazene aceturate) and Trypamidium® (isometamidium chloride) have been used the most because of their availability and relatively low toxicity to cattle. In this study, four stocks of *Trypanosoma congolense*, originally isolated from cattle in the southwest of Ethiopia (Ghibe, Bedelle, Sodo and Arbaminch), were tested for their Berenil and Trypamidium sensitivity using Swiss white mice and indigenous zebu cattle. The results on the limited number of stocks indicated the existence of drug resistant strains of *T. congolense*. Isolates from Ghibe, Bedelle and Sodo were resistant to a therapeutic dose of diminazene aceturate (3.5 mg/kg) and to standard therapeutic and prophylactic doses of isometamidium chloride (0.5 and 1 mg/kg). However, all three stocks were found to be sensitive to 7 mg/kg diminazene aceturate. The fourth, the Arbaminch stock, was found to be resistant to the manufacturers' recommended doses of diminazene aceturate and isometamidium chloride.

INTRODUCTION

Trypanosomosis is caused by several species of blood and tissue-dwelling protozoan parasites encountered throughout the southwest of Ethiopia (1). The most important trypanosome species affecting livestock in Ethiopia are *Trypanosoma congolense*, *T. vivax* and *T. brucei* in cattle, sheep and goats, *T. evansi* in camels, and *T. equiperdum* in horses (5, 6, 10). Trypanosomosis in cattle, locally referred to as Gendi, is a serious constraint to livestock production in areas of the southwest of Ethiopia at altitudes lesser than 1700 m above sea level (6). Animals bitten by tsetse flies develop fever, anemia, lose weight,

and progressively become weak and unproductive. Breeding animals frequently abort or may become infertile. Severely affected animals die of anemia, congestive heart failure or intercurrent bacterial infections that frequently take advantage of the weakened immune system. If trypanosomosis could be controlled in Ethiopia, much of the best-watered and most fertile lands of the southwest could be utilized. At present, there are two principal approaches to control trypanosomosis in Ethiopia. These are control or elimination of tsetse flies and prevention or treatment of animals using trypanocidal drugs. These approaches, however, have many drawbacks such as the high cost of drugs and insecticides, possibilities of undesirable environmental pollution by insecticides, the increasing development of resistance in the parasites to the existing drugs and the lack of new drugs to replace them. Because of the potential threat drug resistance in trypanosomes poses to livestock production, there is an urgent need to conduct a drug sensitivity test on trypanosome field isolates. The aim of this study was therefore to assess the degree of resistance of *T. congolense* in the southwest of Ethiopia, where trypanocidal drugs are routinely used.

1. National Animal Health Research Centre, PO Box 04, Sebeta, Ethiopia

E-mail: nahrcly@telecom.net.et

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

* Corresponding author

E-mail: vetmed.rgs@telecom.net.et

■ MATERIALS AND METHODS

Experimental animals

Eight male indigenous zebu cattle aged 15 to 20 months were purchased from a market in the tsetse free area of Ethiopia. Prior to the experiment the animals were dewormed using a broad spectrum anthelmintic, and sprayed with acaricide. The animals were ear tagged, housed in a fly-proof isolation facility and maintained on *Eragrostis tef* straw, concentrates and water *ad libitum*.

Swiss white mice, weighing 20–25 g, were purchased from the breeding colony of the Ethiopian Health and Nutrition Research Institute and maintained on a commercial pelleted ration and water *ad libitum*. The mice were housed in a fly-proof stable at the Faculty of Veterinary Medicine, Addis Ababa University, Debre Zeit.

Trypanosome field isolates

In the southwest of Ethiopia, namely at Ghibe, Bedelle, Sodo and Arbaminch, blood samples were collected from cattle failing to respond to trypanocidal drug treatments and injected into laboratory mice for isolation. Mice incubating trypanosomes were transported to the laboratory at the Faculty of Veterinary Medicine, Addis Ababa University, Debre Zeit, where series of passages and species identification were done.

Trypanocidal drugs

Diminazene aceturate (Berenil[®], Lot No 518W742; Hoechst, Germany), isometamidium chloride (Trypamidium[®], Lot No H0197A; Rhône Mérieux, France) were used for drug sensitivity studies. Each drug was either administered intramuscularly to cattle or intraperitoneally to mice.

Parasitological examination

Blood samples were collected from the ear vein of cattle. The dark ground/phase contrast buffy coat method (8) was used to assess the presence of trypanosome infections. The presence of trypanosomes in mice was determined by examining wet films of tail blood. All sampling, both in cattle and mice, were done three times a week for 90 days following infection.

Drug sensitivity test in mice

Each test was started from blood samples collected from a mouse infected with field isolates and with a high degree of parasitemia. Each member of a group of mice was injected intraperitoneally with 10⁵ *T. congolense* (Ghibe, Bedelle, Sodo and Arbaminch isolates). Forty-eight hours after infection all mice were treated with diminazene aceturate at a dose rate of either 3.5, 7.0, 14.0 or 28.0 mg/kg body weight.

Drug sensitivity test in cattle

The experimental animals were divided into two treatment groups of four animals each. Each trypanosome isolate was inoculated into two animals one from each treatment group. Passage was undertaken from donor mice with high degrees of parasitemia (higher than 10 trypanosomes per x40 microscopic fields) previously infected with field isolates. Eight days after infection all animals were treated with 7% diminazene aceturate and 2% isometamidium chloride at a dose rate of 3.5 and 0.5 mg/kg body weight, respectively. The second treatment, at the double dose of the initial treatment, was given to all the animals immediately after showing relapse.

■ RESULTS

Development of infection

Following syringe challenge all the experimental animals showed parasitemia within 48 h in mice and 5 to 7 days in cattle. Parasitemia was first observed in cattle infected with the Bedelle isolate on day 5 postinfection, while the Arbaminch isolate was observed 7 days postinfection. The remaining two, the Ghibe and Sodo isolates, appeared in the blood of infected cattle on day 6 postinfection.

Drug sensitivity test in mice

All four isolates of *T. congolense* (Ghibe, Bedelle, Sodo and Arbaminch) were found to be resistant to 3.5 mg/kg body weight diminazene aceturate. Mice treated with 7 mg/kg and above showed no relapse throughout the experiment period with Ghibe, Bedelle and Sodo isolates. After treatment with diminazene at a dose ranging from 3.5 to 28 mg/kg body weight, trypanosomes reappeared in all mice infected with the Arbaminch isolate within 10 to 19 days (Table I).

Table I

Sensitivity to diminazene aceturate of *Trypanosoma congolense* field isolates in mice

<i>T. congolense</i>	Num. of mice relapsed	Dose (mg/kg)	Response	Relapse interval in days ± SD
Ghibe isolate	5/5	3.5	Relapsed	7.8 ± 1.1
	0/5	7.0	Cured	
	0/5	14	Cured	
	0/5	28	Cured	
Bedelle isolate	5/5	3.5	Relapsed	5.4 ± 0.4
	0/5	7.0	Cured	
	0/5	14	Cured	
	0/5	28	Cured	
Sodo isolate	5/5	3.5	Relapsed	7.7 ± 1.2
	0/5	7.0	Cured	
	0/5	14	Cured	
	0/5	28	Cured	
Arbaminch isolate	5/5	3.5	Relapsed	10.1 ± 0.9
	5/5	7.0	Relapsed	
	5/5	14	Relapsed	
	5/5	28	Relapsed	

Drug sensitivity test in cattle

Subsequent to treatment with diminazene aceturate at a dose of 3.5 mg/kg body weight, trypanosomes reappeared in all four animals within 9 to 11 days. When the same four animals were thereafter treated with 7 mg diminazene, all the animals, except No 810, infected with the Arbaminch isolate recovered from the infection. In animal No 810 trypanosomes reappeared in the blood 21 days after the second diminazene treatment. Following treatment with isometamidium chloride at a dose of 0.5 mg/kg body weight, all animals relapsed within 8 to 10 days. When the same animals were given double the dose of isometamidium (1 mg/kg) trypanosomes reappeared in all four animals within 5 to 16 days after the second treatment (Table II).

Table II

Drug sensitivity of *Trypanosoma congolense* field isolates in cattle

T. congolense	Tag No	First treatment	Relapse interval ¹ (days)	Second treatment	Relapse interval ² (days)
Ghibe isolate	813	Diminazene (3.5 mg/kg b.w.*)	10	Diminazene (7 mg/kg b.w.)	Cured
	811	Isometamidium (0.5 mg/kg b.w.)	8	Isometamidium (1 mg/kg b.w.)	5
Bedelle isolate	819	Diminazene (3.5 mg/kg b.w.)	10	Diminazene (7 mg/kg b.w.)	Cured
	812	Isometamidium (0.5 mg/kg b.w.)	7	Isometamidium (1 mg/kg b.w.)	12
Sodo isolate	817	Diminazene (3.5 mg/kg b.w.)	9	Diminazene (7 mg/kg b.w.)	Cured
	821	Isometamidium (0.5 mg/kg b.w.)	7	Isometamidium (1 mg/kg b.w.)	12
Arbaminch isolate	810	Diminazene (3.5 mg/kg b.w.)	11	Diminazene (7 mg/kg b.w.)	21
	815	Isometamidium (0.5 mg/kg b.w.)	10	Isometamidium (1 mg/kg b.w.)	16

¹ Days after the first treatment² Days after the second treatment

* Body weight

DISCUSSION

The four isolates of *T. congolense* from Ghibe, Bedelle, Sodo and Arbaminch were found to be resistant to the curative action of diminazene (in mice and cattle) and isometamidium (in cattle) at a dose rate of 3.5 and 0.5 mg/kg body weight, respectively. The results showed that diminazene aceturate at a dose of 3.5 mg/kg and isometamidium chloride at a dose up to 1 mg/kg body weight failed to clear the infection in cattle infected with the four isolates of *T. congolense*. In addition, 7 mg of diminazene failed to clear the infection in animal No 810 infected with the Arbaminch isolate.

These results are in accordance with earlier reports from the southwest (4, 7, 9) and northwest (2) of Ethiopia. In a trial made to compare the therapeutic efficiency of diminazene aceturate at doses of 3.5 and 7.0 mg/kg body weight in two of the herds at Ghibe, Rowlands *et al.* (9) indicated that although the proportion of animals that relapsed by day 20 following treatment decreased in the higher dosage (25% vs 55%), it was not able to cure all the infections. This work was further substantiated in an experimental work by Codjia *et al.* (4) with 12 trypanosome isolates collected from cattle in Ghibe, where, except for one isolate sensitive to 0.5 mg/kg b.w. isometamidium chloride, all were found to be resistant to 7.0 mg/kg, 0.5 mg/kg and 1.0 mg/kg body weight of diminazene, isometamidium and homidium chloride, respectively. This multiple-resistant phenotype was even expressed at the clonal level. Mulugeta *et al.* (7) indicated a long-term occurrence of *T. congolense* resistant to diminazene, isometamidium and homidium in cattle of Ghibe, Ethiopia. Recently, Afewerk *et al.* (2) showed the presence of multiple-drug-resistant *T. congolense* in the village cattle of Metekel district, northwest Ethiopia. In the present study, *T. congolense* isolates from Ghibe, Bedelle, Sodo and Arbaminch showed a similar level of drug resistance to treatment with 3.5 mg/kg body weight diminazene and 0.5 and 1.0 mg/kg isometamidium.

The magnitude of drug resistant trypanosomes across Ethiopia is not well documented. However, the present study on a few isolates of

T. congolense indicated the potential risk for the future in the greater part of tsetse infested areas, where the proportional infection rate of cattle by *T. congolense* is increasing (1) and where dependence on regular drug treatment for trypanosomosis control, which is a common practice now in Ethiopia, may lead to the risk of major drug resistance development. This has been observed by Bourn and Scott (3) at the Angar Guttin settlement area, Ethiopia, where during the introduction of working oxen to the area the proportion of infection rates by *T. vivax* was greater, but it was gradually overtaken by *T. congolense*. The authors also indicated that, at Anger Guttin settlement area, 36 days after prophylactic treatment with 1 mg/kg body weight isometamidium 66% of the oxen were found infected (positive for trypanosomosis), most of the infections being due to *T. congolense*. Rowlands *et al.* (9) for instance indicated the dynamic nature of the epidemiology of drug resistant infection in the Ghibe valley, which was 6% in 1986 and increased to 14% in 1989.

Chemotherapy and chemoprophylaxis are the common and practical methods available for the control of animal trypanosomosis, but their effectiveness is being eroded by the emergence of drug resistant trypanosomes. Of the drugs available for the treatment of animal trypanosomosis, diminazene aceturate and isometamidium chloride have been most used because of their availability and relatively low toxicity to cattle. Unfortunately, farmers can purchase a variety of trypanocidal drugs in most markets, although all trypanocidal drugs are supposed to be imported and supplied through the Ministry of Agriculture. The widespread use and misuse of drugs may have contributed to the development of drug resistance in the population of *T. congolense* parasites. The circumstances tending to produce resistant parasite populations include underdosing with trypanocidal drugs, irregular use of prophylactics, their discontinuation while cattle remain at risk, and the high incidence of trypanosomosis (11). Exposure of parasites to subtherapeutic drug concentrations, resulting from under dosing and uncontrolled use of trypanocidal drugs, and the lack of proper diagnosis, are considered the major causes of increasing drug resistance in Ethiopia.

■ CONCLUSION

This study showed the continued widespread occurrence of diminazene and isometamidium resistant populations of *T. congolense* in the southwest of Ethiopia. The increasing trend of drug resistant strains of trypanosomes is a serious threat to cattle production in Ethiopia. Therefore, there is an urgent need for detailed experimental work in the field to monitor the development of drug resistance in tsetse-infested areas of Ethiopia. Furthermore, strict supervision on the usage of trypanocidal drugs should be implemented in order to minimize the misuse. More attention should be given to the adoption of an integrated trypanosomiasis control strategy, involving the vector as well as the parasite.

Acknowledgments

The authors would like to thank the Ethiopian Science and Technology Commission for the grant and Mr Wossenu Abera for his technical assistance.

REFERENCES

1. ABEBE G., JOBRE Y., 1996. Trypanosomiasis: 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* populations in village cattle of Metekel district, northwest Ethiopia. *Acta trop.*, **76**: 231-238.
3. BOURN D., SCOTT M., 1978. The successful use of work oxen in agricultural development of tsetse infested land in Ethiopia. *Trop. Anim. Health Prod.*, **10**: 191-203.

Résumé

Chaka H., Abebe G. Trypanosomes résistants aux médicaments : une menace pour la production bovine du sud-ouest éthiopien

La trypanosomose est une maladie importante du bétail dans le sud-ouest de l'Éthiopie. Actuellement la chimiothérapie et la chimioprévention sont les seules méthodes pratiques de lutte contre la trypanosomose animale mais leur efficacité diminue à cause de l'émergence de chimiorésistances. Parmi les médicaments proposés pour le traitement de la trypanosomose animale, Bérénil® (acéturate de diminazène) et Trypamidium® (chlorure d'isoméamidium) sont les plus utilisés du fait de leur disponibilité et de leur toxicité relativement faible pour le bétail. La sensibilité à ces médicaments de quatre souches de *Trypanosoma congolense* isolées à partir de bovins dans le sud-ouest de l'Éthiopie (Ghibe, Bedelle, Sodo et Arbaminch) a été testée sur des souris blanches (Suisses) et sur des zébus indigènes. Les résultats ont montré que, sur ce nombre limité de souches, des souches de *T. congolense* étaient résistantes aux médicaments. Les isolats de Ghibe, Bedelle et Sodo se sont révélés résistants aux doses thérapeutiques d'acéturate de diminazène (3,5 mg/kg) ainsi qu'aux doses thérapeutiques et prophylactiques standard de chlorure d'isoméamidium (0,5 et 1 mg/kg). Ces trois isolats se sont cependant révélés sensibles à l'acéturate de diminazène à la dose de 7 mg/kg. La souche d'Arbaminch a été résistante aux doses recommandées par les fabricants pour les deux médicaments.

Mots-clés : Bovin – Zébu – *Trypanosoma congolense* – Résistance aux médicaments – Éthiopie.

4. CODJIA V., MULATU W., MAJIWA P.A.O., LEAK, S.G.A., ROWLANDS, G.J., AUTHIE E., D'IETEREN G.D.M., PEREGRINE A.S., 1993. Epidemiology of bovine trypanosomiasis in the Ghibe valley, southwest Ethiopia. 3. Occurrence of populations of *Trypanosoma congolense* resistant to diminazene, isometamidium and homidium. *Acta trop.*, **53**: 151-163.

5. DAGNACHEW Z., SHAFU K., 1981. An investigation of Dourine in Arsi administrative region. *Ethiop. vet Bull.*, **4**: 3-9.

6. LANGRIDGE W.P., 1976. A tsetse and trypanosomiasis survey of Ethiopia. London, UK, British Ministry of Overseas Development, p. 1-97.

7. MULUGETA.W., WILKES J., MULATU W., MAJIWA P.A.O., MASAKE R., PEREGRINE A.S., 1997. Long-term occurrence of *Trypanosoma congolense* resistant to diminazene, isometamidium and homidium in cattle at Ghibe, Ethiopia. *Acta trop.*, **64**: 205-217.

8. MURRAY M., MURRAY P.K., MCINTYRE W.I.M., 1977. An improved parasitological technique for the diagnosis of African trypanosomiasis. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, **71**: 325-326.

9. ROWLANDS G.J., MULATU W., AUTHIE E., D'IETEREN G.D.M., LEAK S.G.A., NAGDA S.M., PEREGRINE A.S., 1993. Epidemiology of bovine trypanosomiasis in the Ghibe valley, southwest Ethiopia. 2. Factors associated with variations in trypanosome prevalence, incidence of new infections and prevalence recurrent infections. *Acta trop.*, **53**: 135-150.

10. TAKELE A., ABEBE G., 1988. A survey of trypanosomiasis in Gamu Gofa region (Ethiopia) *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **41**: 271-276.

11. WHITESIDE E.F., 1960. Recent work in Kenya on the control of drug resistant cattle trypanosomiasis. In: Proc. 8th Meeting of the International Scientific Council for Trypanosomiasis Research and Control, Jos, Nigeria, p. 141-154.

Accepté le 02.02.2004

Resumen

Chaka H., Abebe G. Tripanosomosis resistentes a las drogas: una amenaza a la producción de ganado en el sudoeste de Etiopía

La tripanosomosis es una enfermedad importante del ganado en el sudoeste de Etiopía. Actualmente, la quimioterapia y la quimioprofilaxis son los únicos medios prácticos al alcance para el control de la tripanosomosis animal, pero la eficacia está siendo erosionada por el surgimiento de tripanosomosis resistentes a las drogas. Entre las drogas disponibles para el tratamiento de la tripanosomosis animal, el Berenil® (aceturato de diminazina) y el Trypamidium® (clorido de isometamidina) han sido las más usadas debido a la disponibilidad y a la relativamente baja toxicidad para el ganado. En el presente estudio, cuatro grupos de *Trypanosoma congolense*, aislados originalmente de ganado en el sudoeste de Etiopía (Ghibe, Bedelle, Sodo y Arbaminch), fueron analizados para la sensibilidad al Berenil y al Trypamidium, usando ratones blancos suizos y ganado cebú autóctono. Los resultados en este número limitado de grupos indican la existencia de cepas de *T. congolense* resistentes a las drogas. Los aislamientos de Ghibe, Bedelle y Sodo fueron resistentes a dosis terapéuticas de aceturato de diminazina (3,5 mg/kg) y a dosis estándar y terapéuticas de clorido de isometamidina (0,5 y 1 mg/kg). Sin embargo, los tres grupos fueron sensitivos a 7 mg/kg de aceturato de diminazina. El cuarto, el grupo de Arbaminch, fue resistente a las dosis recomendadas por el fabricante de aceturato de diminazina y clorido de isometamidina.

Palabras clave: Ganado bovino – Cebú – *Trypanosoma congolense* – Resistencia a medicamentos – Etiopía.

Effect of chemotherapy on elevated ejaculation time and deteriorated semen characteristics consequent to trypanosomosis in zebu x Friesian crossbred bulls

V.O. Sekoni¹ P.I. Rekwot¹

Key words

Zebu x Friesian bull – *Trypanosoma vivax* – *Trypanosoma congolense* – Semen – Chemotherapy – Infertility – Nigeria.

Summary

The effect of the trypanocide Novidium® on elevated ejaculation time and deteriorated semen characteristics was studied in zebu x Friesian crossbred bulls infected with *Trypanosoma vivax* or *T. congolense*. The bulls were divided into three groups, A, B and C. Groups A and B comprised four bulls each, while group C had two bulls which served as control. Groups A and B were infected with 2×10^6 *T. vivax* or *T. congolense*, respectively, while group C served as uninfected control. Blood samples from treated bulls were all negative for trypanosomes four days postchemotherapy. The body temperature of the animals normalized. Clinical signs associated with trypanosomosis, such as anemia, cachexia and ruffled hair coat, disappeared gradually in treated bulls. There was only a marginal improvement in the semen characteristics of a bull infected with *T. vivax* at 24 weeks postchemotherapy. However, all bulls infected with *T. vivax* or *T. congolense* irrespective of chemotherapy still had poor semen characteristics manifested by all or some of the following: decreased volume of semen, oligospermia, azoospermia and elevated incidence of sperm morphological abnormalities. They were thus unfit for breeding. *T. congolense* was more pathogenic than *T. vivax* in the study. Therefore, chronic trypanosomosis either due to *T. vivax* or *T. congolense* could be an important causative agent of infertility or sterility in zebu x Friesian crossbred bulls.

INTRODUCTION

Pathogenic animal trypanosomes such as *Trypanosoma congolense*, *T. vivax*, *T. brucei*, *T. evansi*, *T. simiae*, *T. suis*, *T. equinum* and *T. equiperdum* are still very important economic limitations to the livestock industry in most African countries. *T. vivax* and

T. congolense are the most important pathogenic trypanosomes in cattle. Most of the studies on the pathogenicity of trypanosomes in sub-Saharan Africa were carried out on the purebred indigenous species of livestock. Many studies have associated trypanosomosis with reproductive disorders in animals (9, 16). In addition, some studies were carried out to find out the efficacy of chemotherapy in the amelioration of the reproductive disorders caused by trypanosomosis (8, 18). A study on the effect of Novidium® chemotherapy on the elevated ejaculation time and deteriorated semen characteristics in purebred zebu bulls showed that chemotherapy was of little beneficial effect, the bulls were still unfit for breeding even at 18 weeks postchemotherapy due to poor semen characteristics (18).

1. National Animal Production Research Institute, Ahmadu Bello University, PMB 1096, Shika, Zaria, Nigeria
E-mail: napri@inet-global.com

A previous investigation showed that *T. vivax* and *T. congolense* infections in zebu x Friesian crossbred bulls caused a drastic elevation of ejaculation time and deterioration of semen characteristics. Therefore, the objective of this investigation was to study the effect of Novidium® chemotherapy on the elevated ejaculation time and deteriorated semen characteristics of zebu x Friesian crossbred bulls, an area where there is a dearth of information.

■ MATERIALS AND METHODS

Ten healthy zebu x Friesian crossbred bulls aged between 3 and 5 years and with normal semen characteristics during the previous 18 months were used. The bulls were divided into three groups (A, B and C), completely separated from each other in individual compartments in a mosquito-proof building in order to prevent mixed infections and spread of the disease to non-experimental animals by hematophagous flies. The trypanosomes used in the study were isolated in Northern Nigeria from natural infection in cattle by the Department of Veterinary Parasitology and Entomology, Ahmadu Bello University, Zaria, Nigeria (12). Bulls in groups A and B were infected with *T. vivax* (strain Y58) and *T. congolense* (strain 2295), respectively, while group C served as control. Groups A and B comprised four bulls per group, while group C comprised two bulls. Each bull was inoculated with 2 ml of blood containing approximately 2×10^6 trypanosomes. Animals were examined twice weekly to determine rectal temperature, parasitemia, packed cell volume (PCV) and hemoglobin concentration. Wet blood smears were used to detect the presence of trypanosomes and the parasitemia was estimated by the hematocrit centrifuge technique (21). Total plasma protein was determined according to the method of Coles (5) to evaluate the nutritional status of the animals.

Semen was collected once weekly by rectal massage as described by Arthur (3). Ejaculation time, defined as the time between the onset of rectal massage to ejaculation, was recorded at each semen collection. Semen analysis was done according to standard techniques (7, 15). The semen characteristics evaluated included volume, sperm concentration, and incidence percentage of abnormalities (such as detached heads, acrosome, cytoplasmic droplets, midpiece and the tail); they were estimated after the semen was diluted with buffered formal saline. At least 500 spermatozoa per slide under the phase microscope were counted (7, 14, 17). Semen samples stained with eosin-nigrosin were used to determine the morphological abnormalities of the sperm head (11, 14). Five hundred spermatozoa were counted.

Two bulls from each of the infected groups were treated once with Novidium® (homidium chloride, May & Baker) at 1 mg/kg body weight by deep intramuscular injection at the end of the twelfth week postinfection while the remainder were left untreated. Examination of all animals was continued until 24 weeks post-treatment. Student's t-test was used to compare differences between each group and the control. The degree of significance is noted by one, two or three asterisks (* $P < 0.05$; ** $P < 0.01$ *** $P < 0.001$).

■ RESULTS

Following treatment with Novidium®, trypanosomes disappeared from the peripheral circulation within five days. Depressed blood parameters such as PCV, hemoglobin, total plasma protein gradually normalized within the next 12 weeks. Clinical signs associated with trypanosomosis, such as lethargy and cachexia, also disappeared within the same period.

Ejaculation time

The preinfection mean ejaculation times in the three groups (A, B and C) of bulls were low. There was a progressive increase in mean values in infected animals that differed significantly from the mean value for the control, which remained low throughout the duration of the study (Table I). At 24 weeks postchemotherapy, all bulls previously infected with trypanosomes (groups A and B) irrespective of chemotherapy (groups A^{+N} and B^{+N}) still had elevated ejaculation times which differed significantly from the control bulls (C) that had low mean values (Table I).

Semen characteristics

The preinfection mean volumes of semen for groups A, B and C bulls were within normal range (Table II). There was a progressive decrease in the mean volumes of infected bulls within 12 weeks postinfection. The mean value for control was normal and differed significantly from the infected groups (Table II). Also, at 24 weeks postchemotherapy, the mean volumes of infected bulls, irrespective of chemotherapy, remained low and differed significantly from the values for the control (Table II).

The mean sperm concentration for the groups (A, B and C) were within normal range prior to infection of groups A and B. There was a progressive decrease in the mean sperm concentration of infected bulls within 12 weeks postinfection. At 24 weeks postchemotherapy, only the treated bulls in the *T. vivax* group had marginal increase (improvement) in sperm concentration. All other bulls (i.e. A, B and B^{+N}) had low sperm concentration (oligospermia), which differed significantly from control. The results are summarized in Table III.

Prior to infection, all the bulls (groups A, B and C) had very low total sperm morphological abnormalities within the range of acceptable values for fertile bulls. Following infection, there was a drastic and progressive elevation of total sperm morphological abnormalities in all infected bulls (groups A and B) within 12 weeks postinfection. Between the eighth and twelfth week of infection, all the infected bulls had 100% of total sperm morphological abnormalities. At 24 weeks postchemotherapy all the infected bulls, both treated and untreated (A, A^{+N}, B and B^{+N}) still had highly elevated sperm morphological abnormalities, which differed significantly from values for the control (C). The results are summarized in Table IV. The preinfection mean values for groups A and B bulls, when their ejaculation times were short and semen characteristics very good, differed significantly from postinfection mean values when their ejaculation times were elevated and semen characteristics had deteriorated. Also, postinfection mean values of groups A and B, and post chemotherapy mean values of groups A^{+N} and B^{+N} differed significantly from mean values for control.

■ DISCUSSION

The doses (number of trypanosomes) at which animals are infected under natural conditions unlike experimental conditions are highly variable and are determined by many environmental factors including the species of the transmitting hematophagous flies. One of the advantages of experimental studies such as this investigation is that the doses of trypanosomes used for the infection of experimental animals could be predetermined. A wide range of doses of trypanosomes ($10^4 - 166 \times 10^6$) have been used for studies on the pathogenicity of trypanosomes on reproduction in animals (2, 4, 6, 10, 12, 13).

The results obtained in this study, even with the low dose of trypanosomes used to infect the bulls, showed that trypanosomosis due to *T. congolense* was more pathogenic than trypanosomosis due

to *T. vivax* for all parameters studied in the zebu x Friesian crossbred bulls. Also, trypanosomosis was more severe in the zebu x Friesian crossbred bulls in this investigation than it was previously reported in purebred zebu bulls (18, 19, 20). However, trypanosomosis due to experimental *T. congolense* infection in trypanotolerant Baoule bulls caused less severe reproductive problems with regards to the deterioration in semen characteristics (4) than in zebu bulls (20) and

in the zebu x Friesian crossbred bulls in the present investigation. In Baoule bulls, there was an apparent self cure as normal semen characteristics were restored five to six weeks after the parasites disappeared from the blood (i.e. 13–15 weeks postinfection).

Novidium® chemotherapy, which cleared the peripheral blood of trypanosomes within four days, did not have enough significant

Table I
Mean ejaculation time (seconds) in bulls infected with *Trypanosoma vivax* and *T. congolense* before and after treatment with Novidium® in groups A, B and C

Weeks		Subgroups:	A	A ^{+N}	B	B ^{+N}	C	Total
PI	PT	Infected:	<i>T. vivax</i>		<i>T. congolense</i>		No	8/10
		Treated:	No	Yes	No	Yes	No	4/10
		Number:	2	2	2	2	2	10
1	-12		26	20	21	25	15	
4	-8		36**	38**	36**	35**	7	
8	-4		86***	90***	96***	100***	7	
12	0		291***	120***	302***	300***	8	
16	4		240***	105***	320***	330***	14	
20	8		200***	80***	250***	300***	11	
24	12		220***	100***	240***	250***	7	
30	16		230***	100***	250***	300***	10	
34	20		220***	110***	260***	260***	8	
38	24		230***	115***	255***	300***	7	

PI: postinfection; PT: post treatment; +N: bulls treated with Novidium® at 12 weeks postinfection

Significant differences between each group and control group are marked by one, two or three asterisks; * P < 0.05; ** P < 0.01; *** P < 0.001

Number of bulls in each group = 2

Number of observations per group = 20

Table II
Mean volume of semen (ml) in bulls infected with *Trypanosoma vivax* and *T. congolense* before and after treatment with Novidium® in groups A, B and C

Weeks		Subgroups:	A	A ^{+N}	B	B ^{+N}	C	Total
PI	PT	Infected:	<i>T. vivax</i>		<i>T. congolense</i>		No	8/10
		Treated:	No	Yes	No	Yes	No	4/10
		Number:	2	2	2	2	2	10
1	-12		6.4	6.5	6.3	6.5	6.5	
4	-8		4.5*	4.5*	4.0*	4.5*	6.2	
8	-4		4.0**	4.0**	3.0***	3.5**	7.0	
12	0		1.0**	1.5**	0.5***	1.5***	7.5	
16	4		0.5***	1.0***	1.0***	1.5***	7.0	
20	8		1.0***	1.5***	0.5***	1.7***	7.5	
24	12		0.5***	1.5***	1.0***	1.5***	7.0	
30	16		0.6***	1.6***	0.6***	1.4***	6.8	
34	20		0.4***	1.5***	0.8***	1.2***	7.0	
38	24		0.5***	1.4***	0.9***	1.3***	7.0	

PI: postinfection; PT: post treatment; +N: bulls treated with Novidium® at 12 weeks postinfection

Significant differences between each group and control group are marked by one, two or three asterisks; * P < 0.05; ** P < 0.01; *** P < 0.001

Number of bulls in each group = 2

Number of observations per group = 20

positive effect in ameliorating the elevated ejaculation time and poor semen characteristics several weeks after the termination of the investigation. Results from studies previously carried out in laboratory animals, small ruminants and pure breed zebu bulls agree with the present investigation, which revealed that trypanosomiasis caused severe genital lesions which resulted in deteriorated semen

characteristics (1, 2, 8, 20). Previous studies in rabbits (8) and pure breed zebu bulls (18) corroborate the findings of the present study, which has shown that resolution of lesions induced by trypanosomiasis was protracted and chemotherapy with trypanocides were ineffective, while very poor semen characteristics persisted even at 18 weeks postchemotherapy. Persistence of poor semen

Table III

Mean spermatozoa concentration (x 10⁶/ml) in bulls infected with *Trypanosoma vivax* and *T. congolense* before and after treatment with Novidium® in groups A, B and C

Weeks		Subgroups:	A	A ⁺ N	B	B ⁺ N	C	Total
PI	PT	Infected:	<i>T. vivax</i>		<i>T. congolense</i>		No	8/10
		Treated:	No	Yes	No	Yes	No	4/10
		Number:	2	2	2	2	2	10
1	-12		1 651	1 600	1 661	1 650	1 656	
4	-8		1 011**	1 500**	1 431*	1 400*	1 751	
8	-4		451***	350***	742***	800***	1 836	
12	0		201***	450***	157***	100***	1 871	
16	4		151***	650***	100***	150***	1 851	
20	8		170***	700***	201***	250***	1 860	
24	12		200***	710***	150***	200***	1 850	
30	16		150***	700***	140***	180***	1 900	
34	20		170***	650***	120***	100***	1 950	
38	24		150***	640***	100***	80***	1 900	

PI: postinfection; PT: post treatment; +N: bulls treated with Novidium® at 12 weeks postinfection

Significant differences between each group and control group are marked by one, two or three asterisks; * P < 0.05; ** P < 0.01; *** P < 0.001

Number of bulls in each group = 2

Number of observations per group = 20

Table IV

Mean percentage total sperm morphological abnormalities in bulls infected with *Trypanosoma vivax* and *T. congolense* before and after treatment with Novidium® in groups A, B and C

Weeks		Subgroups:	A	A ⁺ N	B	B ⁺ N	C	Total
PI	PT	Infected:	<i>T. vivax</i>		<i>T. congolense</i>		No	8/10
		Treated:	No	Yes	No	Yes	No	4/10
		Number:	2	2	2	2	2	10
1	-12		6	5	5	6	6	
4	-8		48	50	41	46	5	
8	-4		100	100	100	100	4	
12	0		100	100	100	100	5	
16	4		100	100	100	100	6	
20	8		75	80	81	70	6	
24	12		70	75	75	75	6	
30	16		65	75	80	70	7	
34	20		70	70	81	75	6	
38	24		70	75	80	78	7	

PI: postinfection; PT: post treatment; +N: bulls treated with Novidium® at 12 weeks postinfection

Number of bulls in each group = 2

Number of observations per group = 20

characteristics even at 24 weeks (168 days) postchemotherapy as obtained in this study, which by far exceeded the duration or period for spermatogenesis in the bovine which is about 10 weeks, i.e. 60–70 days (15), could imply that trypanosomiasis may be able to inflict permanent damage to the spermatogenic epithelium and consequently cause the stoppage of spermatogenesis.

■ CONCLUSION

Trypanosomiasis had a very severe and devastating effect on reproduction in zebu x Friesian crossbred bulls within a few weeks following infection, and Novidium® chemotherapy was ineffective in reversing the deteriorated semen characteristics at even 24 weeks postchemotherapy. Therefore, chemotherapy may be of little remedy in ameliorating the associated infertility caused by trypanosomiasis, especially when the genital lesions are very severe. The findings of this study may be of particular interest in pathogenic trypanosome endemic regions of Africa, especially sub-Saharan Africa, where exotic breeds of livestock are routinely imported for the crossbreeding and upgrading of the low productivity of indigenous breeds.

REFERENCES

1. AGU W.E., 1983. Animal trypanosomiasis in Nigeria. *ACIAR Proc. Ser.*, No 4: 70-75.
2. ANOSA V.O., KANEKO J.J., 1984. Pathogenesis of *Trypanosoma brucei* infection in deer mice (*Peromyscus maniculatus*). III. light and electron-microscopic study of testicular pathology. *Vet. Pathol.*, **21**: 238-246.
3. ARTHUR G.H., 1975. Veterinary reproduction and obstetrics, 4th Edn. The normal sexual apparatus of male animals and reproductive abnormalities of male animals. London, UK, Bailliere Tindal, p. 519-586.
4. BOLY H., THOMBIANO D., HUMBLLOT P., THIBIER M., 1991. Influence de *Trypanosoma congolense* sur la fonction sexuelle de taurins Baoulé. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **44** : 475-480.
5. COLES H.E., 1967. Veterinary clinical pathology. Philadelphia, PA, USA, WB Saunders, p. 72-165.
6. ESIEVO K.A.N., SAROR D.I., 1983. Leukocyte response in experimental *Trypanosoma vivax* infection in cattle. *J. comp. Pathol.*, **93**: 165-169.
7. HANCOCK J.L., 1957. The morphology of boar spermatozoa. *J. R. Microbiol. Soc.*, **76**: 84-97.
8. IKEDE B.O., AKPAVIE S.O., 1982. Delay in resolution of trypanosome induced genital lesions in male rabbits infected with *Trypanosoma brucei* and treated with diminazene aceturate. *Res. vet. Sci.*, **32**: 374-376.
9. IKEDE B.O., ELHASSAN E., AKPAVIE S.O., 1988. Reproductive disorders in African trypanosomiasis. *Acta trop.*, **45**: 5-10.
10. ISOUN T.T., AKPOKODJE J.U., ANOSA V.O., 1975. Testicular changes in White Fulani zebu (Bunaji) cattle experimentally infected with *Trypanosoma vivax*: A preliminary report. *Nig. vet. J.*, **4**: 107-108.
11. LAGERLOF N., 1934. Researches concerning the morphologic changes in the spermatozoa and in testicles of sterile or subnormally fertile bulls. *Acta Pathol. Microbiol. Scand. (suppl.)*, **19**.
12. LEEFLANG P., BUYS J., BLOTKAMP C., 1976. Studies on *Trypanosoma vivax*: infectivity and serial maintenance of natural bovine isolates in mice. *Int. J. Parasitol.*, **6**: 413-417.
13. OGWU D., NJOKU C.O., OGBOGU V.C., 1992. Adrenal and thyroid dysfunctions in experimental *Trypanosoma congolense* infection in cattle. *Vet. Parasitol.*, **42**: 15-26.
14. RAO A.R., 1971. Changes in the morphology of sperm during their passage through the genital tract in bulls with normal and impaired spermatogenesis. Ph.D. Thesis, Royal Veterinary, College, Stockholm, Sweden.
15. ROBERTS S.J., 1971. Veterinary obstetrics and genital diseases, 2nd Edn. Ann Arbor, MI, USA, Edwards Brothers, p. 615-616, 709-711.
16. SEKONI V.O., 1994. Reproductive disorders caused by animal trypanosomiasis: A review. *Theriogenology*, **42**: 557-570.
17. SEKONI V.O., GUSTAFSSON B.K., MATHER E.C., 1981. Influence of wet fixation, staining techniques, and storage time on bull sperm morphology. *Nord. vet. Med.*, **33**: 161-166.
18. SEKONI V.O., NJOKU C.O., SAROR D.I., OYEJOLA B., KUMI-DIAKA J., 1990. Effect of chemotherapy on the elevated ejaculation time and deteriorated semen characteristics consequent to bovine trypanosomiasis. *Br. vet. J.*, **146**: 368-373.
19. SEKONI V.O., SAROR D.I., NJOKU C.O., KUMI-DIAKA J., OPALUWA G.I., 1990. Comparative haematological changes following *Trypanosoma vivax* and *Trypanosoma congolense* infections in the zebu bull. *Vet. Parasitol.*, **35**: 11-19.
20. SEKONI V.O., KUMI-DIAKA J., SAROR D.I., NJOKU C.O., 1988. The effect of *Trypanosoma vivax* and *Trypanosoma congolense* infections on the reaction time and semen characteristics in the zebu bull. *Br. vet. J.*, **144**: 388-394.
21. WOO P.T.K., 1969. The haematocrit centrifuge technique for detection of trypanosomes in blood. *Can. J. Zool.*, **47**: 921-923.

Reçu le 23.01.2003, accepté le 09.02.2004

Résumé

Sekoni V.O., Rekwot P.I. Effet de la chimiothérapie sur le temps d'éjaculation augmenté et caractéristiques du sperme détérioré par une trypanosomose chez des taureaux croisés zébus x Frisons

Les effets du trypanocide Novidium® sur le temps d'éjaculation augmenté et les caractéristiques du sperme détériorées ont été étudiés chez des taureaux croisés zébus x Frisons infectés par *Trypanosoma vivax* ou *T. congolense*. Les taureaux ont été divisés en trois groupes, A, B et C. Les groupes A et B comprenaient quatre taureaux chacun, alors que le groupe C comprenait deux taureaux qui ont servi de témoin. Les groupes A et B ont été infectés respectivement par 2×10^6 de *T. vivax* ou de *T. congolense*, alors que le groupe C a servi de témoin non infecté. Les échantillons sanguins des taureaux infectés ont tous été trouvés indemnes de trypanosomes, quatre jours après la chimiothérapie et les animaux ont retrouvé leur température corporelle normale. Les signes cliniques associés à la trypanosomose, comme l'anémie, la cachexie et le pelage piqué, ont progressivement disparu chez les taureaux traités. L'amélioration des caractéristiques des spermatozoïdes d'un taureau infecté par *T. vivax* n'a été que marginale 24 semaines après la chimiothérapie. Toutefois, les caractéristiques des spermatozoïdes de tous les taureaux infectés par *T. vivax* ou *T. congolense* ont continué d'être médiocres, que les animaux aient reçu ou non un traitement chimiothérapique. Les caractéristiques suivantes ont toutes été présentes, ou seulement en partie, chez les animaux : réduction du volume du sperme, oligospermie, azoospermie et une incidence élevée de spermatozoïdes à morphologies anormales. Ils ont été ainsi jugés inaptes pour la reproduction. *T. congolense* a été plus pathogénique que *T. vivax* dans cette étude. Par conséquent, la trypanosomose chronique à *T. vivax* ou à *T. congolense* peut être un agent important à l'origine de l'infertilité ou de la stérilité des taureaux croisés zébus x Frisons.

Mots-clés : Taureau zébu x Frison – *Trypanosoma vivax* – *Trypanosoma congolense* – Sperme – Chimiothérapie – Infertilité – Nigeria.

Resumen

Sekoni V.O., Rekwot P.I. Efecto de la quimioterapia sobre el tiempo de eyaculación elevado y características de semen deteriorado como consecuencia a una tripanosomosis en cruces de toros Cebú x Friesian

Se estudió el efecto del tripanocida Novidium® sobre el tiempo de eyaculación elevado y la deterioración de las características del semen en toros de cruces cebú x Friesian, infectados con *Trypanosoma vivax* o *T. congolense*. Los toros se dividieron en tres grupos, A, B y C. Los grupos A y B incluyeron cuatro toros cada uno, mientras que el grupo C incluyó dos toros control. Los grupos A y B fueron infectados con 2×10^6 *T. vivax* o *T. congolense* respectivamente, mientras que el grupo C sirvió como control no infectado. Cuatro días post quimioterapia, las muestras de sangre de los toros tratados fueron todas negativas para tripanosomas. La temperatura corporal de los animales se normalizó. Los signos clínicos asociados a la tripanosomosis, como anemia, caquexia y pelo hirsuto, desaparecieron gradualmente de los toros tratados. Hubo solo una mejoría marginal en las características del semen de un toro infectado con *T. vivax* 24 semanas post quimioterapia. Sin embargo, todos los toros infectados con *T. vivax* o *T. congolense*, independientemente de la quimioterapia, presentaron características pobres de semen, correspondientes a uno o todos los puntos siguientes: disminución del volumen de semen, oligospermia, azoospermia e incidencia elevada de anomalías morfológicas del espermatozoide. Por lo tanto, fueron inadecuados para la reproducción. En el presente estudio, *T. congolense* fue más patogénico que *T. vivax*. Por lo tanto, la tripanosomosis crónica debida a *T. vivax* o *T. congolense* podría ser un agente causal importante de infertilidad o esterilidad en los toros de cruces cebú x Friesian.

Palabras clave: Toro cebú x Friesian – *Trypanosoma vivax* – *Trypanosoma congolense* – Semen – quimioterapia – Infertilidad – Nigeria.

Parasitisme des petits ruminants dans la zone périurbaine de Sokodé, Togo.

I. Ovins

P. Bastiaensen^{1*} P. Dorny² K. Batawui¹
A. Boukaya¹ A. Napala¹ G. Hendrickx¹

Mots-clés

Ovin – *Trypanosoma* – Nematoda – Hématocrite – Togo.

Résumé

Une étude parasitologique transversale menée sur 359 échantillons d'origine ovine de la zone périurbaine de Sokodé (région centrale du Togo) a permis le diagnostic de la coccidiose (prévalence de 33 p. 100) et des nématodes gastro-intestinaux (88 p. 100) représentés par *Trichostrongylus* sp., *Cooperia* sp., *Oesophagostomum* sp. et *Haemonchus* sp. En outre, des nématodes pulmonaires (*Protostrongylus rufescens*) ont été rencontrés (16 p. 100), ainsi que le cestode *Moniezia* sp. (8 p. 100). Les trématodes ont été représentés par *Paramphistomum* sp. (15 p. 100), *Fasciola* sp. (1 p. 100) et *Schistosoma* sp. (un seul échantillon positif). Les trois agents principaux de la gale ont été représentés (*Sarcoptes* sp., *Psoroptes* sp. et *Chorioptes* sp.). Les tiques ont été représentées par *Amblyomma* sp. et *Boophilus* sp. Des analyses sérologiques ont révélé que 22 p. 100 des animaux étaient positifs pour *Toxoplasma gondii* et que 79 p. 100 étaient positifs pour *Oestrus ovis*, malgré l'absence des larves (sondage de la cavité nasale). En combinant les effets sur l'hématocrite de différentes classes d'infections parasitaires de la trypanosomose, des nématodes gastro-intestinaux et de leurs infections mixtes, il a été constaté que la trypanosomose (13 p. 100) demeurait la parasitose ayant l'impact le plus important sur les paramètres de santé. Plusieurs analyses statistiques, qui ont pris en compte des facteurs environnementaux, génétiques et de gestion, ont permis d'avoir une meilleure compréhension des interactions hôte-environnement.

■ INTRODUCTION

La présente étude a été réalisée dans le cadre du Projet de lutte contre la trypanosomose animale au Togo (Plta). Afin de compléter les travaux extensifs menés sur la filière bovine, cette étude a eu pour but de répertorier les problèmes d'ordre parasite auxquels sont confrontés les éleveurs de petits ruminants qui approvisionnent la ville de Sokodé en viande de mouton ou de chèvre (5). Ainsi elle donne suite à l'étude socio-économique de l'élevage de petits ruminants dans les zones périurbaines de Lomé et de Sokodé, effectuée dans le cadre du projet Secoville en 1995, sous l'égide de la Conférence des responsables de recherche agronomique africains (Coraf). La première partie de cet article traite de la problématique chez les ovins, la deuxième partie traitera des caprins et des différences avec les ovins.

1. Projet régional de lutte contre la trypanosomose animale, Direction nationale, BP 114, Sokodé, Togo.

2. Institut Prince Léopold de médecine tropicale, département de santé et de production animale, Nationalestraat 155, B-2000 Anvers, Belgique

* Auteur pour la correspondance

PO Box 145, 7270 Napier, WC, South Africa

Fax : 27 (28) 423 34 01 ; e-mail : office@bastiaensen.be

■ MATERIEL ET METHODES

Zone de l'étude

La ville de Sokodé est, du point de vue démographique, la deuxième ville du Togo avec plus de 100 000 habitants. La ville couvre une superficie d'environ 18 km² avec une densité moyenne de 3 372 habitants au km² (4). La zone périurbaine de Sokodé est délimitée par l'axe de la route nationale 1 (nord-sud) et par l'axe Bassar-Tchamba (ouest-est), ainsi que par la proximité des villes de Kara et d'Atakpamé et enfin par la Réserve de Fazao-Malfakassa et la Réserve de la Forêt d'Abdoulaye, dans lesquelles ne se pratique en principe aucune activité économique. Cette zone est ainsi délimitée par un rayon d'environ 50 km autour de Sokodé et elle regroupe les villages de Blitta, Sotouboua, Lama-Tessi, Tchamba, Kambolé et Bassar.

Elevage

L'élevage était de type sédentaire, semi-extensif. Les infrastructures présentes sur pratiquement toutes les fermes étaient les parcs de nuit et/ou les abris. Les troupeaux encadrés bénéficiaient d'une amélioration des infrastructures (parcs de contention, râteliers et mangeoires). A peu près la moitié des animaux échantillonnés recevaient une complémentation alimentaire, le plus souvent les grains de coton. Les troupeaux encadrés bénéficiaient également d'une amélioration nutritionnelle par l'usage des grains de coton, mais aussi des légumineuses, des pois d'Angole et des déchets de maïs. Selon les réponses des propriétaires, 87 p. 100 des ovins bénéficiaient d'une mesure vétérinaire de contrôle à un moment ou un autre de leur vie, le plus souvent la vaccination contre la peste des petits ruminants, dans la moitié des cas un déparasitage interne et externe, dans 42 p. 100 des cas un suivi vétérinaire régulier. La grande majorité des ovins dans les troupeaux visités étaient indigènes, c'est-à-dire de race Naine Ouest-africaine ou race Djallonké. Les ovins exotiques (race sahélienne) (7 p. 100) se trouvaient exclusivement dans des troupeaux encadrés. La répartition des échantillonnages entre les deux sexes reflétait la composition de la plupart des troupeaux, qu'ils aient été encadrés ou villageois. Les mâles représentés étaient soit des géniteurs, soit de jeunes animaux au stade de croissance. La pyramide d'âge résumait bien les préférences des éleveurs rencontrés ; les mâles étaient destinés presque exclusivement à l'embouche à partir de l'âge d'un an. La sélection des femelles pour l'embouche ou pour la reproduction se faisait apparemment après deux ans.

Animaux

Les races ovines rencontrées ont été les suivantes : Djallonké ou race Naine de l'Afrique de l'Ouest (type local, guinéen, trypanotolerant) et Fulani ou Ouda (Uda) de type sahélien (exotique, trypanosensible) (30, 39). Selon les résultats du recensement agricole de 1999 (1), il y avait dans la région centrale 33 968 ovins. Basé sur une extrapolation à partir du canevas régulier utilisé par le Plta, le nombre d'ovins dans la zone de l'étude avait été évalué à 19 600. L'échantillonnage minimal avait été fixé à 300 (29, 32), l'objectif ayant été d'obtenir environ la moitié des données dans des troupeaux à gestion améliorée, encadrés par le Projet national de petit élevage (Pnpe), par le Plta ou par une organisation non gouvernementale ou une association d'éleveurs, et d'obtenir l'autre moitié des troupeaux villageois, constitués des ovins domestiques de plusieurs villageois. Les troupeaux du premier groupe étaient bien connus et répertoriés ; ils bénéficiaient de visites régulières d'un agent vétérinaire ou zootechnicien qui assurait le suivi technique de ces exploitations. Les troupeaux villageois n'étaient pas ou étaient très peu connus. Ces derniers ont donc été regroupés, après une première visite de sensibilisation qui devait amener les

propriétaires à participer aux échantillonnages. Une première série d'échantillonnages s'est déroulée en début de saison sèche (octobre-novembre 1996), une deuxième en début de saison des pluies (avril-mai 1997). Parmi les animaux présentés, seuls les animaux sevrés étaient échantillonnés. Un nombre d'environ 20 têtes par village ou par troupeau a été échantillonné, l'objectif ayant été d'atteindre 150 mâles et 150 femelles, d'une part, 150 jeunes et 150 adultes (incisives adultes), d'autre part.

Récolte de données et échantillonnage

Un examen clinique et une anamnèse ont été effectués sur chaque animal échantillonné dans le but d'évaluer la condition générale de l'animal, de rechercher des symptômes directs ou indirects d'infestation d'ectoparasites et de récolter d'éventuels ectoparasites macroscopiques (poux, tiques) ou de réaliser des raclures dermatiques (gale). La prise de sang systémique (environ 8 ml) a été effectuée à l'aide d'un tube hépariné sous vide (Vacutainer) dans la veine jugulaire. La prise de sang périphérique a été effectuée à l'aide d'un tube capillaire dans une veine auriculaire. Les fèces des moutons ont été récoltées par des techniciens munis d'un gant en latex ou en plastique. Les matières fécales récoltées dans les gants ont ensuite été transférées dans un bocal en plastique avec couvercle. Chaque échantillon a porté comme indication la localité, la date, l'animal, l'âge et le numéro de l'échantillon.

Techniques d'analyse parasitologiques

Analyses sérologiques

Les analyses ont concerné la recherche d'anticorps spécifiques contre la toxoplasmose (*Toxoplasma gondii*) et contre l'œstrose ovine (*Oestrus ovis*). Dans le premier cas, il s'agissait d'une analyse réalisée par le laboratoire du Plta à l'aide du kit diagnostic Toxoscreen DA (agglutination directe). Les diagnostics d'œstrose ont été réalisés par l'Ecole nationale vétérinaire de Toulouse (France) par la technique Elisa (28).

Hématocrite et protozoologie

Le principal paramètre clinique retenu a été l'hématocrite pour lequel deux systèmes de prélèvement ont été appliqués, une prise de sang dans un tube capillaire dans la veine auriculaire (sang périphérique) et une prise de sang dans un tube Vacutainer hépariné dans la veine jugulaire. La comparaison des deux techniques a permis de choisir l'hématocrite systémique (jugulaire) comme le plus fiable.

Après centrifugation des microcapillaires héparinés (sang périphérique), le tube a été coupé un millimètre au-dessus de l'interphase caillot blanc/érythrocytes (*buffy coat*) afin d'y inclure la couche supérieure d'érythrocytes. Le contenu de la fraction supérieure a été étalé sur une lame recouverte d'une lamelle et a été observé au microscope binoculaire (x 40) (25). Un minimum de 50 champs par lame a été examiné. Les frottis sanguins à partir de sang jugulaire ont été fixés et colorés à l'HémaColor et ensuite observés au microscope binoculaire (10 x 40) (7).

Coprologie

La coproscopie quantitative a été réalisée à l'aide de la lame de McMaster (microscope 10 x 40), le liquide de flottaison utilisé étant une solution saline dense (d = 1,20) qui ne concentre pas les œufs de trématodes. Ces derniers ont été recherchés à l'aide de la technique de sédimentation (22). Les nématodes gastro-intestinaux ont été différenciés par la technique de la coproculture de larves du stade L3 (35) (microscopie 10 x 40, après traitement au lugol et au lactophénol ; 22). Les larves des nématodes pulmonaires ont été récoltées selon la technique de Baermann (18). Les larves ont été identifiées sous microscope suivant les clés fournies par Thienpont et coll. (37).

Entomologie

Les tiques ont été arrachées manuellement sur les animaux et identifiées selon les clés établies par Morel (24). Les poux et les puces ont été récoltés manuellement sur les animaux et identifiés, comme pour les raclures dermiques, selon les clés établies par la Maff (22).

Analyse des résultats

Dans le cadre de cet article, seuls les résultats parasitologiques sont présentés. Ces résultats ont été analysés par rapport aux facteurs biologiques ou environnementaux recueillis pour les liaisons les plus pertinentes : hématoците, race, sexe, âge, état physiologique (lactation, gestation, croissance), encadrement, soins vétérinaires, alimentation, saison. Les analyses statistiques (analyse à un facteur et modèle linéaire généralisé (Glm) ont été réalisées à l'aide du logiciel Spss, version 10.0.5.

■ RESULTATS

Sur les 359 animaux échantillonnés, 177 provenaient de troupeaux villageois et 182 de troupeaux encadrés par le Pnpe ou un autre projet. Il s'agissait de 76 mâles et 283 femelles, 110 jeunes (moins de 14 mois) et 248 adultes.

Protozoaires

Le tableau I résume les résultats des analyses sanguines en prenant en compte la plus sensible des techniques et l'hématocrite jugulaire. La prévalence moyenne de la trypanosomose (toutes espèces confondues) a été de 13 p. 100. Deux espèces ont été identifiées : *Trypanosoma congolense* (9,19 p. 100) et *T. vivax* (5,85 p. 100). Sur 47 infections trypanosomiennes, sept étaient des infections

mixtes à *T. congolense* et *T. vivax*. Une première indication de l'impact de la trypanosomose sur l'hématocrite moyen a été donnée par l'hématocrite moyen des cas positifs qui a été de 21 p. 100 par rapport à 24 p. 100 en moyenne. Inversement, la prévalence de la trypanosomose chez les ovins anémiés (ayant un hématocrite de moins de 25 p. 100) a été de 22 p. 100 au lieu de 13 p. 100 en moyenne. L'impact de la trypanosomose sur l'hématocrite moyen a été très significatif ($< 0,005$) chez les animaux de race Djallonké. Les infections par *Trypanosoma vivax* et *Trypanosoma congolense* seuls, ainsi que les infections mixtes ont eu un impact significatif sur l'hématocrite moyen. L'effet synergique des infections mixtes a semblé causer une baisse importante de l'hématocrite moyen (17,29 p. 100).

Théoriquement, la prévalence de la trypanosomose peut être diminuée par la pratique d'un supplément alimentaire. Ceci a été confirmé dans les troupeaux villageois (diminution de la prévalence de 18,35 à 5,88 p. 100) pour lesquels l'effet a été significatif. Dans les troupeaux encadrés, en revanche, ont été relevées des prévalences assez élevées qui étaient peu influencées ou qui ne l'étaient ni par l'amélioration de la ration alimentaire, ni par la gestion améliorée. La seule exception a concerné les troupeaux encadrés qui élevaient des ovins exotiques ou croisés, c'est-à-dire trypanosensibles, car la prévalence de la trypanosomose a été soit nulle (races sahéliennes) soit faible (croisements). Aucune autre hémoparasitose d'ordre protozoaire n'a pu être révélée par les examens des frottis sanguins.

Parmi les autres maladies protozoaires, a été relevée la présence de la coccidiose (intestinale) causée par le genre *Eimeria* (tableau II). Des anticorps contre *Toxoplasma gondii* ont été trouvés chez 22 p. 100 des ovins examinés (titre de 1/40) en saison sèche (tableau II). Les analyses sérologiques n'ont pas été réalisées en saison des pluies. Sur 13 troupeaux visités, six étaient indemnes et sept étaient infestés.

Nématodes

Des microfilaires ont été rencontrés occasionnellement sur les lames à frais ou sur les lames préparées. Leur prévalence apparente était de 1,67 p. 100 (six cas sur 359 lames examinées). Les nématodes gastro-intestinaux ont été représentés par les *Strongyloides*, la famille des Trichuridae, des Capillariidae, mais surtout des Trichonematidae et des Trichostrongylidae ; parmi ces deux derniers ont été trouvés, grâce à l'examen coprologique et l'identification des larves (L3), les espèces suivantes : *Trichostrongylus* sp., *Cooperia* sp., *Oesophagostomum* sp. et *Haemonchus* sp. Les espèces les plus fréquemment rencontrées ont été *Haemonchus* sp. et *Trichostrongylus* sp. (tableau III).

La saison sèche a eu un effet très négatif sur la prévalence des infestations gastro-intestinales et, dans une moindre mesure, sur les excréments d'œufs de nématodes. Si la prévalence en saison des pluies a été de 100 p. 100, elle a diminué à 85 p. 100 en saison sèche. Les œufs par gramme de matière fécale (opg) moyens ont évolué de 3 710 en saison des pluies à 2 320 en saison sèche (tableau IV).

Les résultats présentés dans le tableau V sont les moyennes géométriques du taux d'infestation exprimées en opg. Les opg individuels ont été transformés selon la formule $\text{Ln}(\text{opg}+1)$. Il s'est avéré que l'influence saisonnière a été encore plus prononcée qu'en utilisant des opg moyens, mais que, en outre, les facteurs alimentation, soins vétérinaires, sexe, âge et état physiologique ont influencé de façon significative les opg transformés.

Le niveau d'excrétion d'œufs (et par conséquent le taux d'infestation par les nématodoses) (9, 23) a eu un effet négatif sur

Tableau I

Prévalence de *Trypanosoma* sp. et hématocrite moyen des cas positifs

Espèce	N	n	%
<i>T. vivax</i>	359	21	5,85
<i>T. congolense</i>	359	33	9,19
<i>T. brucei</i>	359	0	0
<i>T. melophagium</i>	359	0	0
<i>T. congolense</i> seul	359	26	7,24
<i>T. vivax</i> seul	359	14	3,90
<i>T. congolense</i> + <i>T. vivax</i>	359	7	1,95
<i>Trypanosoma</i> sp.	359	47	13,09
Nb. moyen de trypanosomés par champ microscopique (pour les cas positifs)		4,08	
Prévalence de la trypanosomose des animaux ayant un hématocrite jugulaire en dessous de 25 %	163	36	22
Hématocrite jugulaire moyen des cas positifs		47	21,04 (6,09)

N = nombre total d'animaux examinés

n = nombre d'animaux positifs

l'hématocrite moyen des animaux affectés. Cette relation n'a été significative que lorsque les différents taux ont été classés selon leur impact pathologique et spoliateur sur l'animal (niveau faible, moyen ou élevé). La figure 1 combine les effets de la trypanosomose et des nématodoses gastro-intestinales sur l'hématocrite moyen des animaux.

Les nématodes pulmonaires récoltés et identifiés lors des enquêtes en saison sèche appartenaient tous à l'espèce *Protostrongylus rufescens*. Aucun rapport avec des signes cliniques ou l'état de santé des animaux n'a pu être montré, malgré une prévalence de 16 p. 100 (tableau II).

Cestodes

Les cestodes ont été représentés exclusivement par le genre *Moniezia* (prévalence de 8 p. 100).

Tableau II

Récapitulatif de la prévalence (directe ou sérologique) des différentes espèces parasitaires (par catégorie)

	N	n	Prévalence
Protozoaires			
<i>Trypanosoma</i> sp.	359	47	13
<i>Eimeria</i> sp.	307	100	33
<i>Toxoplasma gondii</i>	260	56	22
Nématodes gastro-intestinaux			
Strongles digestifs	305	270	88,52
Nématodes pulmonaires			
<i>Protostrongylus rufescens</i>	276	44	15,94
Cestodes			
<i>Moniezia</i> sp.	306	23	7,52
Trematodes			
<i>Fasciola</i> sp.	177	2	1,13
<i>Paramphistomum</i> sp.	177	27	15,25
<i>Schistosoma</i> sp.	177	1	0,56
Gale			
Suspicion clinique	359	12	3,34
Confirmation microscopique	359	5	1,39
<i>Sarcoptes</i> sp.	5	2	
<i>Chorioptes</i> sp.	5	2	
<i>Psoroptes</i> sp.	5	1	
Tiques			
Prélèvements	359	38	10,58
<i>Amblyomma</i> sp.	38	5	
<i>Boophilus</i> sp.	38	33	
Poux			
<i>Damalinia ovis</i>	359	1	0,28
Cestrose (<i>O. ovis</i>)			
Suspicion clinique	359	134	37,33
Détection de larves (sondage)	134	0	0
Sérologie	258	205	79,46

N = nombre total d'animaux examinés
n = nombre d'animaux positifs

Tableau III

Résultats des examens coproscopiques (œufs) et des coprocultures (larves)

Genre	Opg moyen	Ecart-type
<i>Strongyloides</i>	105,1	634,1
<i>Trichuris</i>	2,7	25,5
<i>Capillaria</i>	0,3	2,8
Strongles digestifs	2 524,2	4 862,2
Espèce (coproculture L3)		
		%
<i>Cooperia</i> sp.		2
<i>Haemonchus</i> sp.		45
<i>Oesophagostomum</i> sp.		2
<i>Trichostrongylus</i> sp.		51

Opg = œufs par gramme de matière fécale
Coproculture : détermination réalisée sur 1 163 larves L3

Tableau IV

Impact du facteur saison sur la prévalence (%) et le taux d'infestation (opg) des nématodes gastro-intestinaux

	N	n	Prévalence	Opg moyen	Ecart-type
Saison des pluies	68	68	100	3 710,29	5 184,27
Saison sèche	237	202	85	2 323,73	4 919,25

N = nombre d'animaux examinés
n = nombre d'animaux positifs
Opg = œufs par gramme de matière fécale
Prévalence (Anova) : p = 0,0007 ; opg moyen : p = 0,044

Tableau V

Impact des principaux facteurs recensés sur le taux d'infestation par les nématodes gastro-intestinaux (après transformation logarithmique)

Facteur	Variable	Opg transformé ln
Saison	Saison des pluies	1 088
	Saison sèche	298
Soins vétérinaires	Appliqués	318
	Non-appliqués	1 602
Sexe	Mâle	729
	Femelle	336
Etat physiologique	Gestation	NS
	Lactation	613
	Croissance	993

Opg = œufs par gramme de matière fécale
NS = non significatif (p > 0,05) (Glm)

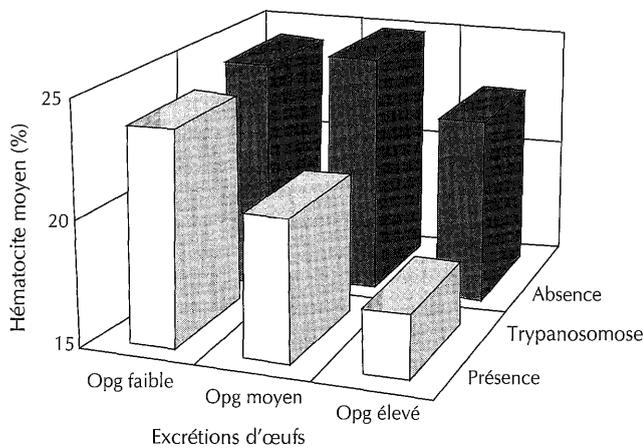


Figure 1 : hématocrite moyen (%) pour six classes d'interférence entre la trypanosomose (en termes de présence ou d'absence) et les nématodoses gastro-intestinales (en termes d'infestations faibles, moyennes ou élevées) ; N = 285 ; $p = 0,002$.

Trématodes

Les trématodes ont été représentés par plusieurs genres. Celui qui a été le plus fréquemment rencontré a été *Paramphistomum* sp. (15,25 p. 100). *Fasciola* sp., la douve hépatique, n'a été rencontrée qu'à deux reprises (1,13 p. 100). *Schistosoma* sp. n'a été rencontrée qu'une seule fois (tableau II).

Ectoparasites

Parmi les cinq cas confirmés de gale, les trois espèces principales ont pu être identifiées : *Sarcoptes* sp., *Chorioptes* sp. et *Psoroptes* sp. Les deux genres de tiques rencontrés dans le cadre de cette étude sur les ovins ont été *Boophilus* (87 p. 100) et *Amblyomma* (13 p. 100). Les tiques rencontrées sur 11 p. 100 des animaux ont été récoltées essentiellement sur la peau interdigitale, ainsi que sur les oreilles. *Amblyomma* a été récolté essentiellement en saison des pluies, alors que *Boophilus* a été dominant en saison sèche (tableau II). Malgré un examen minutieux de tous les animaux échantillonnés, presque aucun animal n'a semblé être affecté ni infesté par des poux, ni par des puces. La seule espèce de poux récoltée était *Damalinea ovis*, une espèce qui cause une légère irritation dermique à l'animal.

Aucun cas d'œstrose ovine n'a pu être confirmé par la récolte des larves, ni par la capture de la mouche. En revanche, les analyses sérologiques réalisées à l'École nationale vétérinaire de Toulouse ont révélé que 79 p. 100 des ovins présentaient des anticorps anti-œstrose (205 sur 258 échantillons examinés). Le titre moyen des anticorps par rapport aux contrôles du laboratoire (100) ont été de 58,6 (écart-type de 44,0) avec un maximum de 207 (tableau II).

DISCUSSION

La prévalence moyenne de la trypanosomose a été de 13 p. 100. La prévalence moyenne chez les bovins dans la même zone périurbaine a été de 9,43 p. 100 (20). Deux espèces ont été identifiées : *Trypanosoma congolense* et *T. vivax*. Ces résultats sont en accord avec les résultats des enquêtes protozoologiques que le Plta avait menées dans le cadre de ses opérations de lutte dans les années 1990-1993 (19). Dans les troupeaux encadrés qui élevaient des

ovins exotiques ou croisés, c'est-à-dire trypanosensibles, la prévalence de la trypanosomose a été soit nulle (races sahéliennes) ou faible (croisements). Ceci est sans aucun doute attribuable à un suivi vétérinaire intensifié, sans lequel les races exotiques ne peuvent pas se maintenir dans le milieu. Ce phénomène explique aussi l'hématocrite de 28,21 p. 100 chez les races sahéliennes.

Aucune autre hémoparasitose n'a pu être montrée par les examens des frottis sanguins, et ce, malgré la présence de vecteurs reconnus comme *Boophilus* et *Amblyomma* sp. Les seuls effets environnementaux ayant eu un impact significatif sur la prévalence des tiques ont été l'encadrement, la complémentation alimentaire et la lactation chez les brebis. Il est possible que le même mécanisme immunosuppresseur qui cause une infestation élevée de nématodes chez les brebis en lactation ait été à l'origine de cette prévalence élevée de tiques. Étant donné que l'étude n'a pu montrer la présence d'un agent parasitaire (protozoaire) transmissible par les tiques, il semble que l'impact principal des tiques ait été l'hémophagie et les infections secondaires. Toutefois, il est important de rappeler que les tiques du genre *Amblyomma* sont responsables de la transmission de *Cowdria ruminantium* ou d'*Ehrlichia ruminantium*, qui est une rickettsiose aiguë et souvent mortelle (cowdriose) (38). Un test sérologique en cours d'évaluation au Cirdes à Bobo-Dioulasso (Burkina Faso) (F. Stachurski, commun. pers.) serait en mesure de donner des indications sur la prévalence des anticorps contre *C. ruminantium* chez les ovins qui ont pu surmonter le stade clinique. De même, des tests Pcr ont été développés afin de pouvoir évaluer le taux d'infection des vecteurs (15, 31). Par ailleurs, des recherches sérologiques d'anticorps contre *Anaplasma marginale* (ou *A. ovis*) pourraient fournir des informations complémentaires sur l'absence apparente d'anaplasmoses dans le sang des animaux échantillonnés.

Des anticorps contre *Toxoplasma gondii* ont été retrouvés chez 22 p. 100 des ovins examinés en saison sèche. La présence de la toxoplasmose semble être liée aux troupeaux, plutôt qu'aux animaux individuels. Ainsi, une prévalence de 68 p. 100 a été rencontrée dans certains troupeaux. La maladie ayant surtout un intérêt en tant que zoonose, il importe d'évaluer cette prévalence chez les ovins par rapport à la prévalence chez l'homme qui varie, selon Deniau et coll., entre 62 et 88 p. 100 de séropositifs chez les femmes Togolaises entre 15 et 33 ans (10).

Les résultats de l'analyse sérologique ciblée sur *Oestrus ovis* justifient les soupçons des agents sur le terrain qui ont constaté un jetage nasal chez 37 p. 100 des animaux examinés. Ce même phénomène a été décrit par Ndamukong et coll. (26) pour le Cameroun où 69 p. 100 des ovins examinés ont manifesté ce jetage. Il ressort de l'étude sérologique que 79 p. 100 des ovins ont présenté des anticorps anti-œstrose (205 sur 258 échantillons examinés), ce qui est en accord avec l'enquête sérologique menée par Dorchie et coll. (11) sur des échantillons en provenance d'une dizaine de pays africains, dont le Togo pour lequel la prévalence a été de 88,6 p. 100. La différence entre la moyenne des titres Elisa (en pourcentage) pour le groupe d'animaux ayant manifesté un jetage nasal muco-purulent et celui n'ayant pas manifesté ce jetage, a été significative ($p = 0,0052$). Les auteurs n'ont pas pu montrer de différence significative entre les prévalences sérologiques des deux groupes. Aucun des facteurs recensés n'a semblé intervenir sur la prévalence sérologique de la maladie malgré certaines tendances qui se sont dégagées par rapport à l'âge et à la race.

Cette étude a confirmé la présence dominante des espèces de *Haemonchus* et de *Trichostrongylus*, présence relevée en 1995 par Bonfoh et coll. (6) pour la région des plateaux (sud du Togo) et par d'autres auteurs pour la sous-région (2, 8, 12, 14, 17, 27, 34). La découverte d'œufs de *Capillaria* sp. dans les examens fécaux était

peut-être attribuable à la consommation accidentelle de déchets avicoles, car ils n'ont jamais été diagnostiqués à ce jour. Contrairement à Bonfoh et coll. (6), la présente étude n'a pas pu montrer la présence de *Gaigeria* sp., qui ne peut être identifiée au travers des larves L3 (22). De façon générale, la saison sèche a eu un effet négatif sur la prévalence des infestations gastro-intestinales et sur les excréments d'œufs de nématodes, probablement dû au phénomène d'hypobiose avec la présence de larves quiescentes (6). Il s'est avéré que l'influence saisonnière était encore plus prononcée en utilisant des moyennes géométriques ($\ln [\text{opg}+1]$), mais qu'en outre les facteurs alimentation, soins vétérinaires, sexe, âge et état physiologique influençaient de façon significative les opg transformés. Compte tenu de la sensibilité apparente des jeunes animaux et des animaux en état de croissance pour des infestations vermineuses, il est sans doute raisonnable d'attribuer l'effet sexe à cette catégorie de jeunes animaux mâles qui constituaient la majorité des mâles au sein des troupeaux, bien qu'Asanji (2) ait déjà décrit l'effet sexe en Sierra Leone. Les excréments élevés chez les ovins en état de lactation pourraient être attribués au phénomène d'augmentation des opg lors du péripartum, phénomène d'immunosuppression qui affecte les brebis après le vêlage (3, 21, 33).

Une prévalence élevée des infestations vermineuses par des nématodes gastro-intestinaux peut être améliorée par une action simultanée de gestion améliorée et de complémentation alimentaire. En ce qui concerne la présente étude, les résultats les plus encourageants ont été obtenus dans les troupeaux de races croisées et de races exotiques. L'effet sur les races indigènes a été négligeable. L'effet sur les excréments d'œufs de nématodes a suivi la même logique : une action simultanée de gestion améliorée et de complémentation alimentaire a été bénéfique en termes d'excréments d'œufs (et probablement d'infestations de vers adultes).

En combinant les effets de la trypanosomose et des nématodoses gastro-intestinales sur l'hématocrite moyen des animaux, il a été constaté que l'impact des nématodes était important, mais que la trypanosomose avait toutefois l'impact le plus négatif sur la santé des ovins. Les résultats ont confirmé aussi l'existence d'une synergie entre les deux parasitoses causant des effets plus dévastateurs que l'effet supposé, basé sur l'impact de chacune de ces parasitoses, ce qui a été montré par de nombreux auteurs (13, 16, 36).

Les trématodes ont été représentés par plusieurs genres, dont principalement *Paramphistomum* sp. Son effet est surtout spoliateur, mais il ne représente pas de risque pathologique élevé. Comme le constataient aussi Bonfoh et coll. en 1995 (6), ni la fasciolose, ni la schistosomose ne semblent jouer un rôle important.

Malgré la reconnaissance de plusieurs cas cliniques qualifiés de gale, les résultats des analyses des raclures dermiques prises à la périphérie des plaies n'ont pu confirmer la présence de l'agent parasitaire que dans cinq cas cliniques sur douze. Il s'agissait donc soit d'une technique de dépistage trop peu sensible, soit d'un diagnostic erroné de la gale, par exemple dans des cas de dermatomycoses ou de plaies secondaires causées par des tiques. En effet, des formes larvaires de tiques ont été retrouvées dans des raclures dermiques d'animaux soupçonnés d'avoir la gale.

■ CONCLUSION

Les résultats de cette étude transversale en milieu réel semblent confirmer les observations de nombreux chercheurs dans cette sous-région qui, à travers des recherches similaires de terrain ou des recherches contrôlées en station, arrivent aux mêmes conclusions : la trypanosomose animale reste pour le moment le fléau principal des petits ruminants en Afrique de l'Ouest. S'il est vrai que la prévalence des nématodes gastro-intestinaux est très élevée,

il ressort de cette étude que son importance reste secondaire à celle des trypanosomes, dont les dégâts – en termes de baisse de l'hématocrite – restent prépondérants ; simultanément, cette étude montre de façon simple mais néanmoins convaincante que l'effet cumulatif des infections mixtes par des trypanosomes et par des nématodes gastro-intestinaux sur l'hématocrite est bien réel et considérable. Cet effet qui a déjà été montré dans des études en station (principalement avec des infections mixtes de *T. congolense* et de *H. contortus*) est dû au fait que la trypanosomose induit une immunosuppression qui facilite l'infection par d'autres agents pathologiques, principalement les nématodes digestifs ubiquitaires. Les résultats obtenus par le Plta en matière de contrôle de la trypanosomose bovine au Togo donnent de l'espoir pour la maîtrise – à travers une prise de conscience et une participation active des bénéficiaires – du problème de la trypanosomose ovine dans l'espace de quelques années. Néanmoins, tant que le prix des moutons et des chèvres sur le marché restera aussi peu incitatif pour les producteurs, on peut craindre que les éleveurs ne trouvent pas de justification pour le traitement régulier de leurs animaux. L'étude révèle aussi la situation épidémiologique de l'œstrose ovine, jusqu'à présent largement sous-estimée au Togo. L'impact réel de la maladie sur la production ovine n'est pas pour autant très clair. Dans l'immédiat et pour compléter l'image parasitaire, mais surtout sanitaire de l'élevage des petits ruminants au Togo, la situation (sérologique) de la peste des petits ruminants, de l'anaplasmose et de la cowdriose restent à clarifier. Une politique et un programme d'appui à l'élevage des petits ruminants restent plus que jamais nécessaires.

Remerciements

Les auteurs remercient chaleureusement tous les éleveurs, collaborateurs et techniciens qui ont participé à cette étude. Les auteurs souhaitent aussi remercier les docteurs K. Adoméfa, B. Faye, K. Tessio, Y. Pessinaba, A. Traoré, J. Slingenbergh et A. Sonhaye, MM. J.D. Keita, A. Rakotomahefason, K. Amedji et T. Lemou, et les professeurs P. Dorchies, V.S. Pandey, A. Verhulst et J. Vercruyse. Enfin, il convient de remercier l'ONU-FAO, qui exécuta le projet Plta, et la Belgique, principal bailleur de fonds dudit projet.

BIBLIOGRAPHIE

1. Aperçu de l'agriculture togolaise à travers le pré-recensement, 1997. Projet GCP/TOG/014-EC recensement national agricole. Lomé, Togo, direction des Enquêtes et statistiques agricoles.
2. ASANJI M.F., 1988. Haemonchosis in sheep and goats in Sierra Leone. *J. Helminthol.*, **62**: 243-249.
3. BAKER R.L., MWAMACHI D.M., AUDHO J.O., ADUDA E.O., THORPE W., 1998. Resistance of Galla and small East African goats in the sub-humid tropics to gastrointestinal nematode infections and the peri-parturient rise in faecal egg counts. *Vet. Parasitol.*, **79**: 53-64.
4. BARBIER J.-C., KLEIN B., 1995. Petit atlas urbain : Sokodé, ville multiculturelle du Nord-Togo. Paris, France, Orstom.
5. BASTIAENSEN P., BATAWUI K., BOUKAYA A., DORNY P., HENDRICKX G., KADJASSI B.-T., NAPALA A., 1998. Etude transversale des contraintes d'ordre parasitaire au développement de l'élevage des petits ruminants en zone périurbaine au Togo. Etude de cas : zone périurbaine de Sokodé (région centrale). Rapport technique Projet GCP/RAF/347-BEL. Sokodé, Togo, CORAF / Anvers, Belgique, Institut de médecine tropicale.

6. BONFOH B., ZINSSTAG J., ANKERS P., PANGUI L.J., PFISTER K., 1995. Epidémiologie des nématodes gastro-intestinaux chez les petits ruminants dans la région des plateaux au Togo. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **48** : 321-326.
7. BOYT W.P., 1986. Guide pratique pour le diagnostic, le traitement et la prévention de la trypanosomiase animale africaine. Rome, Italie, FAO.
8. CHIEJINA S.N., FAKAE B.B., EZE P.I., 1989. Development and survival of free-living stages of gastrointestinal nematodes of sheep and goats on pasture in the Nigerian derived savannah. *Vet. Res. Commun.*, **13**: 103-112.
9. COADWELL W.J., WARD P.F.V., 1982. The use of faecal egg counts for estimating worm burdens in sheep infected with *Haemonchus contortus*. *Parasitology*, **85**: 251-256.
10. DENIAU M., TOURTE-SCHAEFER C., AGBO K., DUPOUY-CAMET J., HEYER C., LAPIERRE J., 1991. Evaluation du risque de toxoplasmose congénitale au Togo. *Bull. Soc. Pathol. exot.*, **84** : 664-672.
11. DORCHIES P., PREVOT F., DURANTON C., BERGEAUD J.P., AKAKPO J., PANGUI L.J., MISSOHOU A., DECONINCK P., OUATARA L., ROGER F., ACHI-YABA L., JACQUIET P., 1999. Œstrose du mouton et de la chèvre (*Oestrus ovis* Linné 1761) en Afrique : résultats d'une enquête sur 3 204 sérums provenant de neuf pays. *Revue Méd. vét.*, **150** : 463-466.
12. FABIYI J.P., OPEMAN D.B., HUTCHINSON G.W., 1989. Abundance and survival of infective larvae of the cattle nematodes *Cooperia punctata*, *Haemonchus placei* and *Oesophagostomum radiatum* from faecal parts in a wet tropical climate. *Aust. Vet.*, **65**: 229-231.
13. FAKAE B.B., CHIEJINA S.N., 1993. The prevalence of concurrent trypanosome and gastrointestinal nematode infections in West African Dwarf sheep and goats in Nsukka area of eastern Nigeria. *Vet. Parasitol.*, **49**: 313-318.
14. FAKAE B.B., 1990. The epidemiology of helminthosis in small ruminants under the traditional husbandry system in eastern Nigeria. *Vet. Res. Commun.*, **14**: 381-391.
15. FAROUGOU S., TOGUEBAYE B.S., TOUNKARA K., SY D., AKAKPO A.J., 1998. Epidémiologie de la coudriose au Bénin. 1. Etude préliminaire sur la présence du germe chez les tiques vectrices. *Revue Méd. vét.*, **149** : 953-958.
16. GOOSSENS B., OSAER S., KORA S., JAITNER J., NDAO M., GEERTS S., 1997. The interaction of *Trypanosoma congolense* and *Haemonchus contortus* in Djallonké sheep. *Int. J. Parasitol.*, **27**: 1579-1584.
17. GRABER M., PERROTIN G., 1983. Helminthes et helminthoses de ruminants domestiques d'Afrique tropicale. Paris, France, Editions du Point vétérinaire, 162 p.
18. HANSEN J., PERRY B., 1995. Epidémiologie, diagnostic et prophylaxie des helminthoses des ruminants domestiques. Rome, Italie, FAO, 176 p.
19. HENDRICKX G., NAPALA A., 1999. Le contrôle de la trypanosomose à la carte : une approche intégrée basée sur un système d'information géographique. Bruxelles, Belgique, Académie royale des Sciences d'Outre-Mer, p. 88. (Mémoires classe sciences naturelles, médicales, Sér. 8, vol. 24)
20. HENDRICKX G., 1999. Georeferenced decision support methodology towards trypanosomosis management in West Africa. Thèse Doct., faculté de Médecine vétérinaire, université de Gand, Belgique, 176 p.
21. JANSEN J., 1990. Epidemiology and immunology of trichostrongylosis in cattle and sheep, a synthesis. *Tijdschr. Diergeneesk.*, **115**: 1042-1050.
22. Manual of veterinary parasitological laboratory techniques, 1986. London, UK, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food / HMSO, p. 37-39.
23. MCKENNA P.B., 1981. The diagnostic value and interpretation of faecal egg counts in sheep. *N. Z. vet. J.*, **29**: 129-132.
24. MOREL P.C., 1976. Morphologie, biologie et rôle pathogène des tiques. Maisons-Alfort, France, Gerdat-lemvt, p. 6-13.
25. MURRAY M., MURRAY P.K., MCINTYRE W.I.M., 1977. An improved parasitological technique for the diagnosis of African trypanosomiasis. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, **71**: 325-326.
26. NDAMUKONG K.J.N., SEWELL M.M.H., ASANJI M.F., 1989. Disease and mortality in small ruminants in the North West province of Cameroon. *Trop. Anim. Health Prod.*, **21**: 191-196.
27. NDAO M., BELOT J., ZINSSTAG J., PFISTER K., 1995. Epidémiologie des helminthoses gastro-intestinales des petits ruminants dans la zone sylvo-pastorale au Sénégal. *Vet. Res.*, **26** : 132-139.
28. OUATARA L., DORCHIES P., 1996. Prévalence sérologique de l'œstrose ovine au Burkina Faso : estimation par la technique Elisa. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **49** : 219-221.
29. PARKER R.E., 1991. Introductory statistics for biology. Cambridge, UK, Cambridge University Press.
30. PAYNE W.J.A., 1990. An introduction to animal husbandry in the tropics. London, UK, Longman Scientific and Technical, p. 499-500.
31. PETER T.F., PERRY B.D., O'CALLAGHAN C.J., MEDLEY G.F., MLAMBO G., BARBET A.F., MAHAN S.M., 1999. Prevalence of *Cowdria ruminantium* infection in *Amblyomma hebraeum* ticks from heartwater-endemic areas of Zimbabwe. *Epidemiol. Infect.*, **123**: 309-316.
32. PUTT S.N.H., SHAW A.P.M., WOODS A.J., TYLER L., JAMES A.J., 1987. Veterinary epidemiology and economics in Africa; a manual for use in the design and appraisal of livestock health policy. ILCA Manual 3. Addis Ababa, Ethiopia, ILCA, 130 p.
33. ROMJALI E., DORNY P., BATUBARA A., PANDEY V.S., GATENBY R.M., 1997. Peri-parturient rise in faecal strongyle egg counts of different genotypes of sheep in North Sumatra, Indonesia. *Vet. Parasitol.*, **68**: 191-196.
34. SCHILLHORN VAN VEEN T.W., 1978. Haemonchosis in sheep during the dry season in the Nigerian savannah. *Vet. Rec.*, **102**: 364-365.
35. SKERMAN K.D., HILLARD J.J., 1966. A handbook for studies of helminth parasites of ruminants. Rome, Italy, UNDP/FAO, p. C.VII.1-4.
36. SPECHT E.J.K., 1982. The effect of double infections with trypanosomes and gastrointestinal nematodes on the productivity of sheep and goats in South Mozambique. *Vet. Parasitol.*, **11**: 329-345.
37. THIENPONT D., ROCHETTE F.R., VANPARIJS O.F.J., 1979. Diagnosis of verminosis by coprological examinations. Beerse, Belgium, Janssen Research Foundation, p. 48-67.
38. UILENBERG G., 1998. General review of tick-borne diseases of sheep and goats world-wide. *Parasitologia*, **39**: 161-165.
39. WILSON T., 1992. Petits ruminants : production et ressources génétiques en Afrique tropicale. Rome, Italie, FAO, p. 101-139.

Reçu le 15.07.2002, accepté le 27.01.2004

Summary

Bastiaensen P., Dorny P., Batawui K., Boukaya A., Napala A., Hendrickx G. Small Ruminant Parasitism in the Suburban Area of Sokode, Togo. I. Sheep

The cross-section parasitological analysis of 359 samples taken from sheep in the suburban area of Sokode (central area of Togo) allowed the diagnosis of coccidiosis (33% prevalence) and gastrointestinal nematodes (88%) such as *Trichostrongylus* sp., *Cooperia* sp., *Oesophagostomum* sp. and *Haemonchus* sp. Furthermore, lungworms (*Protostrongylus rufescens*) were found (16%) as well as the cestode *Moniezia* sp. (8%). Trematodes were represented by *Paramphistomum* sp. (15%), *Fasciola* sp. (1%) and *Schistosoma* sp. (only one positive sample). All three major scabies parasites were confirmed (*Sarcoptes* sp., *Psoroptes* sp. and *Chorioptes* sp.). Ticks were represented by *Amblyomma* sp. and *Boophilus* sp. Serological analyses showed animals positive for *Toxoplasma gondii* (22%) and for *Oestrus ovis* (79%), although no larvae were found (exploration of the nasal cavity). When combining the effects on PCV of several classes of infection with trypanosomosis, gastrointestinal nematodes and their mixed infections, it appeared that trypanosomosis (13%) remained the parasitosis with the highest impact on health parameters. Several statistical analyses that took into account environmental, management and breed-related factors allowed better understanding of host-environment interactions.

Key words: Sheep – *Trypanosoma* – *Nematoda* – Hematocrit – Togo.

Resumen

Bastiaensen P., Dorny P., Batawui K., Boukaya A., Napala A., Hendrickx G. Parasitismo de los pequeños rumiantes en la zona peri-urbana de Sokodé, Togo. I. Ovinos

Un estudio parasitológico transversal, llevado a cabo sobre 359 muestras de origen ovino de la zona peri-urbana de Sokodé (región central de Togo) permitió el diagnóstico de la coccidiosis (prevalencia de 33%) y de nemátodos gastrointestinales (88%), representados por *Trichostrongylus* sp., *Cooperia* sp., *Oesophagostomum* sp. y *Haemonchus* sp. Por otro lado, fueron encontrados (16%) nemátodos pulmonares (*Protostrongylus rufescens*), así como el céstodo *Moniezia* sp. (8%). Los tremátodos estuvieron representados por *Paramphistomum* sp. (15%), *Fasciola* sp. (1%) y *Schistosoma* sp. (una sola muestra positiva). Los tres principales agentes de la sarna estuvieron presentes (*Sarcoptes* sp., *Psoroptes* sp. y *Chorioptes* sp.). Las garrapatas estuvieron representadas por *Amblyomma* sp. y *Boophilus* sp. Los análisis serológicos revelaron que 22% de los animales eran seropositivos para *Toxoplasma gondii* y que 79% fueron positivos para *Oestrus ovis*, a pesar de la ausencia de larvas (por sondeo de la cavidad nasal). Combinando los efectos sobre el hematocrito de diferentes clases de infecciones parasitarias de la tripanosomosis, de los nemátodos gastrointestinales y de las infecciones mixtas, se constató que la tripanosomosis (13%) es la parasitosis con mayor impacto sobre los parámetros de salud. Varios análisis estadísticos, que tomaron en cuenta los factores ambientales, genéticos y de manejo, permitieron una mejor comprensión de las interacciones huésped-medio ambiente.

Palabras clave: Ovino – *Trypanosoma* – *Nematoda* – Hematocrito – Togo.

Parasitisme des petits ruminants dans la zone périurbaine de Sokodé, Togo.

II. Caprins

P. Bastiaensen¹* P. Dorny² K. Batawui¹
A. Boukaya¹ A. Napala¹ G. Hendrickx¹

Mots-clés

Caprin – *Trypanosoma* – Nematoda – Hématocrite – Togo.

Résumé

Une étude parasitologique transversale menée sur 226 échantillons d'origine caprine de la zone périurbaine de Sokodé (région centrale du Togo) a permis le diagnostic de la coccidiose (prévalence de 31 p. 100) et des nématodes gastro-intestinaux (85 p. 100) représentés par *Trichostrongylus* sp. (29 p. 100), *Cooperia* sp. (2 p. 100) et *Haemonchus* sp. (69 p. 100). En outre, des nématodes pulmonaires (*Protostrongylus rufescens*) ont été rencontrés (36 p. 100), ainsi que le cestode *Moniezia* sp. (3 p. 100). Les trématodes ont été représentés par *Paramphistomum* sp. (10 p. 100) et *Dicrocoelium* sp. (un seul échantillon positif). Des trois agents principaux de la gale, seule l'existence de *Sarcoptes* sp. a pu être confirmée. Les tiques ont été représentées en nombre égal par *Amblyomma* et *Boophilus* sp. Des analyses sérologiques ont révélé que 11 p. 100 des animaux étaient séropositifs pour *Toxoplasma gondii*. La trypanosomose (8 p. 100) demeure la parasitose ayant l'impact le plus important sur les paramètres de santé des caprins, en particulier l'hématocrite. D'autres résultats de cette étude ont été comparés avec ceux des ovins. L'espèce caprine est apparue, d'une manière générale, comme plus rustique et résistante aux pathologies parasitaires rencontrées, notamment la trypanosomose, la toxoplasmose et les nématodoses gastro-intestinales. Plusieurs analyses statistiques qui ont pris en compte des facteurs environnementaux, génétiques et de gestion ont permis d'avoir une meilleure compréhension des interactions hôte-environnement.

■ INTRODUCTION

La présente étude a été réalisée dans le cadre du Projet de lutte contre la trypanosomose animale au Togo (Plta). Afin de compléter les travaux extensifs menés sur la filière bovine, cette étude a eu pour but de répertorier les problèmes d'ordre parasitaire auxquels sont confrontés les éleveurs de petits ruminants qui approvisionnent la ville de Sokodé en viande de mouton ou de chèvre (4). Ainsi elle donne suite à l'étude socio-économique de l'élevage de

petits ruminants dans les zones périurbaines de Lomé et de Sokodé, effectuée dans le cadre du projet Secoville en 1995, sous l'égide de la Conférence des responsables de recherche agronomique africains (Coraf). La deuxième partie de cet article traite de la problématique chez les caprins et des différences avec les ovins.

■ MATERIEL ET METHODES

Zone de l'étude

La ville de Sokodé est, du point de vue démographique, la deuxième ville du Togo avec plus de 100 000 habitants. La ville couvre une superficie d'environ 18 km² avec une densité moyenne de 3 372 habitants au km² (3). La zone périurbaine de Sokodé est délimitée par l'axe de la route nationale 1 (nord-sud) et par l'axe Bassar-Tchamba (ouest-est), ainsi que par la proximité des villes de Kara et d'Atakpamé et enfin par deux réserves de faune,

1. Projet régional de lutte contre la trypanosomose animale, Direction nationale, BP 114, Sokodé, Togo.

2. Institut Prince Léopold de médecine tropicale, département de santé et de production animale, Nationalestraat 155, B-2000 Anvers, Belgique

* Auteur pour la correspondance

PO Box 145, 7270 Napier, WC, South Africa

Fax : 27 (28) 423 34 01 ; e-mail : office@bastiaensen.be

la réserve de Fazao-Malfakassa (au sud-ouest de Sokodé) et la réserve de la forêt d'Abdoulaye (au sud-est de Sokodé), dans lesquelles ne se pratique en principe aucune activité économique. Cette zone est ainsi délimitée par un rayon d'environ 50 km autour de Sokodé et elle regroupe les villages de Blitta, Sotouboua, Lama-Tessi, Tchamba, Kambolé et Bassar.

Elevage

L'élevage est du type sédentaire, semi-extensif. Les infrastructures présentes sur pratiquement toutes les fermes étaient les parcs de nuit et/ou les abris. Les troupeaux encadrés bénéficiaient d'une amélioration des infrastructures (parcs de contention, râteliers et mangeoires). A peu près la moitié des animaux suivis recevaient une complémentation alimentaire, le plus souvent les épluchures de manioc et les déchets de maïs. Basé sur les réponses des propriétaires, tous les animaux recevaient un soin vétérinaire de contrôle à un moment ou un autre de leur vie, le plus souvent la vaccination contre la peste des petits ruminants (91 p. 100), dans 21 p. 100 des cas un déparasitage interne et externe. La grande majorité des caprins dans les troupeaux visités étaient indigènes, c'est-à-dire de race Naine Ouest-africaine. Les 10 p. 100 d'animaux exotiques (chèvre du Sahel) se trouvaient exclusivement dans des troupeaux encadrés. La répartition des échantillonnages entre les deux sexes reflétait la composition de la plupart des troupeaux (16 p. 100 de mâles contre 84 p. 100 de femelles). Les mâles représentés étaient soit des géniteurs, soit des jeunes animaux au stade de croissance. La pyramide d'âge résumait bien les préférences des éleveurs rencontrés ; les mâles étaient destinés pratiquement exclusivement à l'embouche à partir de l'âge de 14 mois. La sélection des femelles pour l'embouche ou pour la reproduction se faisait apparemment après trois ans.

Animaux

Les races caprines rencontrées étaient la race Naine de l'Afrique de l'Ouest (type guinéen, trypanotolérant) et la chèvre du Sahel (trypanosensible) (21, 26). Selon les résultats du recensement agricole de 1999 (1), il y aurait dans la région centrale 62 083 caprins. Basé sur une extrapolation à partir du canevas régulier étant utilisé au Togo pour le Projet de lutte contre la trypanosomose animale au Togo (Plta), le nombre de caprins dans la zone de l'étude avait été évalué à 35 800. L'échantillonnage minimal a été fixé à 300 caprins (20, 22), l'objectif ayant été d'obtenir environ la moitié des données dans des troupeaux à gestion améliorée et l'autre moitié dans des troupeaux villageois. Les troupeaux du premier groupe étaient bien connus et répertoriés ; ils bénéficiaient de visites régulières d'un agent vétérinaire ou zootechnicien qui assumait le suivi technique de ces exploitations. Les troupeaux villageois n'étaient pas ou étaient peu connus. Ces derniers ont donc été regroupés suite à une première visite de sensibilisation qui devait amener les propriétaires à participer à l'échantillonnage. Une première série d'échantillonnages s'est déroulée en début de saison sèche (octobre-novembre 1996), une deuxième en début de saison des pluies (avril-mai 1997). Parmi les animaux présentés, seuls les animaux sevrés ont été échantillonnés. Un nombre d'environ 20 têtes par village ou par troupeau a été échantillonné, l'objectif ayant été d'atteindre 150 mâles et 150 femelles d'une part, 150 jeunes et 150 adultes (incisives adultes) d'autre part.

Récolte de données et échantillonnage

Un examen clinique et une anamnèse ont été effectués sur chaque animal échantillonné dans le but d'évaluer la condition générale de l'animal, de rechercher des symptômes directs ou indirects d'infestation d'ectoparasites et de récolter d'éventuels ectoparasites macroscopiques (poux, tiques) ou de réaliser des raclures

dermiques (gale). La prise de sang systémique (environ 8 ml) a été effectuée à l'aide d'un tube hépariné sous vide (Vacutainer) dans la veine jugulaire. La prise de sang périphérique a été effectuée à l'aide d'un tube capillaire dans une veine auriculaire. Les fèces des moutons ont été récoltées par des techniciens, munis d'un gant en latex ou en plastique. Les matières fécales récoltées dans les gants étaient ensuite transférées dans un bocal en plastique avec couvercle. Chaque échantillon a porté comme identification la localité, la date, l'animal, l'âge, le numéro de l'échantillon.

Techniques d'analyses parasitologiques

Analyses sérologiques

La recherche d'anticorps spécifiques contre la toxoplasmose (*Toxoplasma gondii*) a été réalisée par le laboratoire du Plta à l'aide du kit diagnostic Toxoscreen-DA (agglutination directe).

Hématocrite et protozoologie

Le principal paramètre clinique retenu a été l'hématocrite pour lequel deux systèmes de prélèvement ont été appliqués, une prise de sang dans un tube capillaire dans la veine auriculaire (sang périphérique) et une prise de sang dans un tube Vacutainer hépariné dans la veine jugulaire. La comparaison des deux techniques a permis de choisir l'hématocrite systémique (jugulaire) comme le plus fiable.

Après centrifugation des microcapillaires héparinés (sang périphérique), le tube a été coupé un millimètre au-dessus de l'interphase caillot blanc/érythrocytes (*buffy coat*) afin d'y inclure la couche supérieure d'érythrocytes. Le contenu de la fraction supérieure a été étalé sur une lame recouverte d'une lamelle et a été observé au microscope binoculaire (x 40) (18). Un minimum de 50 champs par lame a été examiné. Les frottis sanguins à partir de sang jugulaire ont été fixés et colorés à l'HémaColor® et ensuite observés au microscope binoculaire (10 x 40) (7).

Coprologie

La coproscopie quantitative a été réalisée à l'aide de la lame de McMaster (microscope 10 x 40), le liquide de flottaison utilisé étant une solution saline dense (d = 1,20) qui ne concentre pas les œufs de trématodes. Ces derniers ont été recherchés à l'aide de la technique de sédimentation (16). Les nématodes gastro-intestinaux ont été différenciés par la technique de la coproculture de larves du stade L3 (23) (microscopie 10 x 40, après traitement au lugol et au lactophenol) (16). Les larves des nématodes pulmonaires ont été récoltées selon la technique de Baermann (13) Les larves ont été identifiées sous microscope suivant les clés fournies par Thienpont et coll.(24).

Parasites externes

Les tiques ont été arrachées manuellement sur les animaux et identifiées selon les clés établies par Morel (17). Les poux et les puces ont été récoltés manuellement sur les animaux et identifiés, comme pour les raclures dermiques, selon les clés établies par la Maff (16).

Analyse des résultats

Dans le cadre de cet article, seuls les résultats parasitologiques sont présentés. Ces paramètres ont été analysés par rapport aux facteurs biologiques ou environnementaux recueillis pour les liaisons les plus pertinentes : race, sexe, âge, état physiologique (lactation, gestation, croissance), soins vétérinaires, alimentation, saison. Les analyses statistiques (analyse à un facteur et modèle linéaire généralisé (Glm) ont été réalisées à l'aide du logiciel Spss, version 10.0.5.) (Spss Inc., 1999).

■ RESULTATS

Le nombre de 300 échantillons n'a pas pu être atteint, principalement à cause du nombre réduit de troupeaux encadrés à gestion améliorée. Sur les 226 animaux échantillonnés, 182 provenaient de troupeaux villageois et à peine 44 de troupeaux encadrés par le Plta ou d'autres projets. Etant donné ce déséquilibre, l'aspect encadrement n'a plus été pris en compte comme facteur environnemental. L'influence de ces quelques troupeaux encadrés est apparue toutefois à travers des facteurs comme les soins vétérinaires, la complémentation alimentaire et la race. L'échantillon de 226 animaux était composé de 36 mâles et 190 femelles, 86 jeunes (moins de 14 mois) et 140 adultes.

Protozoaires

Le tableau I résume les résultats des analyses sanguines en prenant en compte la plus sensible des techniques et l'hématocrite jugulaire. La prévalence moyenne (toutes espèces confondues) a été de 8,41 p. 100. Trois espèces ont été identifiées : *Trypanosoma congolense* (6,19 p. 100), *Trypanosoma vivax* (3,54 p. 100) et *Trypanosoma melophagium* (0,44 p. 100). Sur 19 infections, quatre ont été des infections mixtes *T. congolense* + *T. vivax*.

Une première indication de l'impact de la trypanosomose sur l'hématocrite moyen a été donnée par l'hématocrite moyen des cas positifs qui était de 20,68 p. 100 par rapport à 27,78 p. 100 pour les cas négatifs ($p < 0,001$). Inversement, la prévalence de la trypanosomose chez les caprins anémiés (ayant eu un hématocrite de moins de 25 p. 100) a été de 17,14 p. 100 au lieu de 8,41 p. 100 en moyenne. Parmi les infections singulières à *Trypanosoma vivax* et à *Trypanosoma congolense*, seule l'infection par *T. congolense* a eu un impact significatif sur l'hématocrite moyen des animaux infectés ($p < 0,001$) (figure 1). Les infections mixtes n'ont pas eu d'impact significatif sur l'hématocrite moyen. L'impact de la trypanosomose sur l'hématocrite moyen des caprins a été confirmé

Tableau I

Prévalence de *Trypanosoma* sp. et hématocrite moyen des cas positifs

Espèce	N	n	%
<i>T. vivax</i>	226	8	3,54
<i>T. congolense</i>	226	14	6,19
<i>T. brucei</i>	226	0	0,00
<i>T. melophagium</i>	226	1	0,44
<i>T. congolense</i> seul	226	10	4,42
<i>T. vivax</i> seul	226	4	1,77
<i>T. congolense</i> + <i>T. vivax</i>	226	4	1,77
<i>Trypanosoma</i> sp.	226	19	8,41
Nb. moyen de trypanosomes par champ microscopique (pour les cas positifs)		3,93	
Prévalence de la trypanosomose des animaux ayant un hématocrite jugulaire en dessous de 25 %	70	12	17,14
Hématocrite jugulaire moyen des cas positifs		19	20,68 (6,16)

N = nombre total d'animaux examinés

n = nombre d'animaux positifs

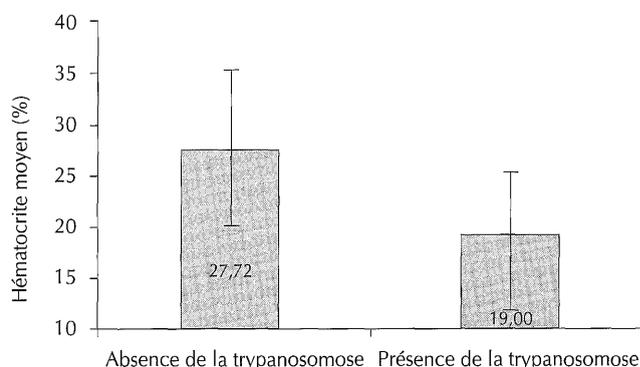


Figure 1 : *Trypanosoma congolense*.

pour les animaux de race locale Naine ($p < 0,001$), les résultats pour les animaux exotiques ou croisés n'ayant pas été concluants.

Théoriquement, la prévalence de la trypanosomose peut être diminuée par la pratique d'une complémentation alimentaire qui améliore la résistance immunitaire. Ceci avait déjà été noté dans les troupeaux (villageois) ovins mais n'a pas été confirmé chez les caprins pour lesquels aucun effet significatif n'a pu être noté.

Aucune autre hémoparasitose d'ordre protozoaire n'a pu être montrée par les examens des frottis sanguins. Parmi les autres protozooses, on retient la présence de la coccidiose (intestinale), causée par le genre *Eimeria*. La prévalence a été de 31 p. 100 et la moyenne des taux d'oocystes par gramme de matière fécale (opg) a été de 100,6 ($\pm 429,9$).

Des anticorps contre *Toxoplasma gondii* ont été trouvés chez 11 p. 100 des caprins examinés (titre de 1/40) en saison sèche. Les analyses sérologiques n'ont pas été réalisées en saison des pluies. Contrairement aux ovins, il semblerait que l'âge des animaux ait eu une influence significative sur la prévalence : à l'âge de 2-3 ans, la prévalence a été de 31 p. 100 ($p = 0,037$). En outre, sur cinq troupeaux visités, deux étaient indemnes et trois infestés.

Nématodes gastro-intestinaux

Des microfilaires ont été rencontrées occasionnellement sur les lames à frais ou sur les lames préparées. Leur prévalence apparente a été de 0,88 p. 100 (2 cas sur 226 lames examinées). Les nématodes gastro-intestinaux ont été représentés par *Strongyloides* sp., la famille des Trichuridae, des Capillariidae, mais surtout des Trichonematidae et des Trichostrongylidae ; parmi ces deux derniers ont été trouvés, par l'examen coprologique et l'identification des larves infectieuses L3, les espèces suivantes : *Trichostrongylus* sp., *Cooperia* sp., *Oesophagostomum* sp. et *Haemonchus* sp. Les espèces les plus fréquemment rencontrées ont été *Haemonchus* sp. (69 p. 100) et *Trichostrongylus* sp. (29 p. 100) (tableau II).

La saison sèche a eu un effet négatif sur les excréments d'œufs de nématodes et sur la prévalence des infestations gastro-intestinales. Si la prévalence en saison des pluies a été de 98 p. 100, elle a diminué à 72 p. 100 en saison sèche ($p < 0,001$). Les opg moyens ont évolué de 1 466 en saison des pluies à 811 en saison sèche ($p = 0,010$) (tableau III).

Nématodes pulmonaires

Les nématodes pulmonaires récoltés et identifiés lors des enquêtes en saison sèche appartenait tous à l'espèce *Protostrongylus rufescens*. Malgré leur prévalence relativement élevée (36 p. 100), aucun rapport avec des signes cliniques ou l'état de santé des animaux n'a pu être montré (tableau IV).

Tableau II

Résultats des examens coproscopiques (œufs)
et des coprocultures (larves)

Genre	Opg moyen	Ecart-type
<i>Strongyloides</i>	55,2	172,90
<i>Trichuris</i>	8,9	49,90
<i>Capillaria</i>	0,4	3,21
Strongles digestifs	1 102,7	1 637,17
Espèce (coproculture L3)	%	
<i>Cooperia</i> sp.	2	
<i>Haemonchus</i> sp.	69	
<i>Oesophagostomum</i> sp.	0	
<i>Trichostrongylus</i> sp.	29	

Opg = œufs par gramme de matière fécale

Coproculture : détermination réalisée sur 333 larves L3

Tableau III

Impact de la saison sur le taux d'infestation (opg moyen)
et la prévalence (%) des nématodoses gastro-intestinales

Opg moyen	Saison des pluies	1 466
	Saison sèche	811
Moyenne générale		1 155
Prévalence	Saison des pluies	98
	Saison sèche	72
Moyenne générale		85

Opg = œufs par gramme de matière fécale

Saison des pluies (Glm) : opg moyen ($p = 0,010$); prévalence ($p < 0,0001$)

Cestodes

Les cestodes ont été représentés exclusivement par le genre *Moniezia* (prévalence de 3 p. 100).

Trématodes

Les trématodes ont été représentés par deux genres. Le plus fréquemment rencontré a été *Paramphistomum* sp. (10,45 p. 100). *Dicrocoelium* sp., la petite douve hépatique, n'a été rencontré qu'une fois (tableau IV). Il s'agit probablement de *Dicrocoelium hospes*, décrit au Togo par Bourgat et coll. (6).

Ectoparasites

La seule espèce de gale diagnostiquée a été *Sarcoptes* sp. (un cas confirmé sur 12 cas douteux).

Les deux genres de tiques rencontrés dans le cadre de cette étude sur les caprins ont été, en nombre égal, *Boophilus* et *Amblyomma*. Des larves ont été retrouvées accidentellement dans des digestions de raclures dermiques d'animaux soupçonnés d'avoir des plaies scabieuses. *Amblyomma* a été récolté essentiellement en saison des pluies alors que *Boophilus* a été dominant en saison sèche. Malgré un examen minutieux de tous les animaux échantillonnés, presque aucun animal n'a semblé être affecté ni par des poux, ni par des puces. La seule espèce de poux récoltée a été *Linognathus africanus* (un cas sur 226) et la seule espèce de puces rencontrée a été *Ctenocephalides* sp. (un cas sur 226) (tableau IV).

Tableau IV

Tableau récapitulatif de la prévalence
(directe ou sérologique) des différentes espèces
parasitaires (par catégorie) et comparaison
avec les résultats pour les ovins

	Caprins		Ovins	
	N	n	%	%
Protozoaires				
<i>Trypanosoma</i> sp.	226	19	8	13
<i>Eimeria</i> sp.	179	56	31	33
<i>Toxoplasma gondii</i>	93	10	11	22
Microfilaires	2	226	0,88	1,67
Nématodes gastro-intestinaux				
Strongles digestifs	179	153	85	89
Nématodes pulmonaires				
<i>Protostrongylus rufescens</i>	143	52	36	16
Cestodes				
<i>Moniezia</i> sp.	179	5	3	8
Trématodes				
<i>Fasciola</i> sp.	67	0	0,00	1,13
<i>Dicrocoelium</i> sp.	67	1	1,49	0,00
<i>Paramphistomum</i> sp.	67	7	10,45	15,25
<i>Schistosoma</i> sp.	67	0	0,00	0,56
Gale				
Indices macroscopiques	226	15	6,64	3,34
Confirmation microscopique	226	1	0,44	1,39
<i>Sarcoptes</i>	12	1	8	15
<i>Chorioptes</i>	12	0	0	15
<i>Psoroptes</i>	12	0	0	8
Tiques				
Prélèvements	226	14	6	11
<i>Amblyomma</i>	14	7	50	13
<i>Rhipicephalus</i>	14	0	0	0
<i>Boophilus</i>	14	7	50	87
Poux				
<i>Linognathus africanus</i>	226	1	0,44	0,28
Puces				
<i>Ctenocephalides</i> sp.	226	1	0,44	0,00

N = nombre total d'animaux examinés

n = nombre d'animaux positifs

DISCUSSION ET COMPARAISON DES RESULTATS AVEC L'ESPECE OVINE

De façon générale l'encadrement sanitaire et zootechnique des ovins a été nettement supérieur à celui des caprins : au niveau de l'encadrement par des structures comme des projets ou des programmes, des infrastructures, de l'habitat et du suivi vétérinaire, les caprins ont été moins bien représentés que les ovins.

Les agents parasitaires identifiés dans ces deux études ont été trouvés de façon générale aussi bien chez les ovins que chez les

caprins, sauf dans quelques cas de prévalences extrêmement faibles. La prévalence moyenne de la trypanosomose chez les ovins et les caprins a été similaire : 13,1 p. 100 chez les ovins et 8,4 p. 100 chez les caprins (différence non significative ; $p = 0,0814$). La prévalence moyenne chez les bovins dans la même zone périurbaine était de 9,43 p. 100 (15). Ces résultats sont légèrement supérieurs aux résultats des enquêtes protozoologiques que le Plta avait mené dans le cadre de ses opérations de lutte dans les années 1990-1993 (14) et qui présentaient une prévalence de 8,72 p. 100 pour les ovins et de 5,99 p. 100 pour les caprins. Trois espèces ont été identifiées : *Trypanosoma congolense*, *T. vivax* et, à une seule occasion, *T. melophagium*. La prévalence de la trypanosomose animale chez les caprins de la race Naine Ouest-africaine au Nigeria (10) était de 13,6 p. 100, avec une majorité de *T. brucei* (50 p. 100).

Des anticorps contre *Toxoplasma gondii* ont été trouvés chez 22 p. 100 des ovins et 11 p. 100 des caprins examinés en saison sèche. La présence de la toxoplasmose a semblé être surtout liée aux troupeaux, plutôt qu'aux animaux individuels. Ainsi, il a été trouvé dans certains troupeaux une prévalence de 68 p. 100.

Les résultats sur les nématodes gastro-intestinaux confirment les observations de Fakae (11) pour le Nigeria et de Bonfoh et coll. (5) pour la région des plateaux au Togo (à travers de nécropsies), à l'exception d'*Oesophagostomum* sp. et de *Gaigeria* sp. qui n'ont pas été observés dans la présente étude chez les caprins, ce qui n'empêche que ces nématodes peuvent être présents à de faibles densités (moins de 50 opg), avec toujours un impact pathogène (12). Les résultats ont aussi confirmé les différences en sensibilité entre les deux espèces : les opg moyens ont été nettement plus élevés chez les ovins (différence significative ; $p = 0,0002$). En revanche, la prévalence a été pratiquement la même (85 p. 100 chez les caprins, 89 p. 100 chez les ovins, $p = 0,33$). Pour la région des plateaux, Bonfoh et coll. (5) n'ont pas pu montrer de différences significatives entre la charge parasitaire des ovins et des caprins. En revanche, ils font état de l'influence prépondérante de la saison sur les opg. Dans les deux études présentes, l'influence de la saison a été très significative pour les caprins, aussi bien au niveau des opg qu'au niveau de la prévalence ; elle ne l'a pas été chez les ovins où elle a influencé seulement la prévalence de façon significative. En revanche, l'effet combiné des facteurs sexe, âge et état physiologique observé chez les ovins, et probablement lié au phénomène d'augmentation des opg lors du péripartum, a été absent ou du moins non significatif chez les caprins, ce qui a d'ailleurs été constaté par plusieurs auteurs (9, 25). Seuls Baker et coll. (2) font état d'une hausse significative de l'opg durant la lactation chez des chèvres de race Galla et Small East African.

L'impact de l'infestation par les nématodes gastro-intestinaux sur l'hématocrite des animaux n'a pas été significatif, bien que la tendance ait été visible. Chez les caprins, aucune combinaison n'a permis de montrer un impact significatif de l'opg sur l'hématocrite ; chez les ovins, ce n'est que lorsque les différents taux étaient classés selon leur impact pathologique et spoliateur sur l'animal (niveau faible, moyen ou élevé) que cette relation était significative. Une corrélation linéaire et significative n'a été observée que pour les ovins à partir de l'âge de trois ans. Les mêmes difficultés ont été rencontrées ailleurs par d'autres auteurs. Selon Costa et coll. (8), l'opg (après transformation logarithmique) serait mieux corrélé avec le taux d'hémoglobine qu'avec l'hématocrite.

L'effet synergique observé pour les infections par les trypanosomes, d'une part, et les nématodes gastro-intestinaux, d'autre part, sur l'hématocrite moyen a pu être clairement montré chez les ovins ; il y a peu de doutes que le même effet se produit chez les caprins. Malheureusement, le nombre réduit de données pour cer-

taines classes chez les caprins a empêché l'élaboration d'un graphique similaire pour cette catégorie d'animaux.

En ce qui concerne la gale, finalement, le seul résultat positif (microscopie) a confirmé les observations macroscopiques (cliniques) qui semblaient indiquer une prépondérance de *Sarcoptes scabiei* var. *capri* chez la chèvre, comme observé ailleurs en Afrique occidentale (19), alors que les trois espèces (*Sarcoptes*, *Chorioptes* et *Psoroptes* sp.) ont été trouvées chez les ovins.

■ CONCLUSION

Les résultats de cette étude chez les caprins ont confirmé en grande partie les tendances observées chez les ovins de la même zone : la trypanosomose animale reste le fléau principal des petits ruminants, avant tout des ovins qui semblent être plus sensibles aux maladies parasitaires (en termes de prévalence, de niveau d'infestation et d'effets sur la santé) que les caprins (indigènes). En effet, aussi bien la prévalence de la trypanosomose que l'intensité de l'infestation (opg) des nématodoses gastro-intestinales ont été sensiblement plus élevées chez les ovins que chez les caprins, ce qui se reflète aussi dans l'hématocrite moyen qui est significativement plus bas chez les ovins que chez les caprins (respectivement 24,10 et 27,10 ; $p < 0,0001$).

Dans l'optique de l'approvisionnement de la ville de Sokodé par ces exploitations périurbaines, les conclusions de cette étude doivent évidemment être complétées par d'autres études vétérinaires (la situation de la peste des petits ruminants, par exemple) et une étude zootechnique, permettant de mettre en rapport les contraintes sanitaires avec les performances en matière de production et de reproduction. Seule une appréciation large de l'élevage périurbain pourra contribuer à une meilleure compréhension et, par conséquence, à une intervention dans le secteur.

Remerciements

Les auteurs remercient chaleureusement tous les éleveurs, collaborateurs et techniciens qui ont participé à cette étude. Les auteurs souhaitent aussi remercier les docteurs K. Adoméfa, B. Faye, K. Tessio, Y. Pessinaba, A. Traoré, J. Slingenberg et A. Sonhaye, MM. J.D. Keita, A. Rakotomahefason, K. Amedji et T. Lemou, et les professeurs V.S. Pandey et A. Verhulst. Enfin, il convient de remercier l'ONU-FAO, qui exécuta le projet Plta, et la Belgique, principal bailleur de fonds dudit projet.

BIBLIOGRAPHIE

1. Aperçu de l'agriculture togolaise à travers le pré-recensement, 1997. Projet GCP/TOG/014-EC recensement national agricole. Lomé, Togo, direction des Enquêtes et statistiques agricoles.
2. BAKER R.L., MWAMACHI D.M., AUDHO J.O., ADUDA E.O., THORPE W., 1998. Resistance of Galla and small East African goats in the sub-humid tropics to gastrointestinal nematode infections and the peri-parturient rise in faecal egg counts. *Vet. Parasitol.*, **79**: 53-64.
3. BARBIER J.-C., KLEIN B., 1995. Petit atlas urbain : Sokodé, ville multicentrique du Nord-Togo. Paris, France, Orstom.
4. BASTIAENSEN P., DORNY P., BATAWUI K., BOUKAYA A., NAPALA A., HENDRICKX G., 2003. Parasitismes des petits ruminants en zone périurbaine de Sokodé, Togo. I. Ovins. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **56** : 43-50.
5. BONFOH B., ZINSSTAG J., ANKERS P., PANGUI L.J., PFISTER K., 1995. Epidémiologie des nématodes gastro-intestinaux chez les petits ruminants dans la région des plateaux au Togo. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **48** : 321-326.
6. BOURGAT R., SEGUIN D., BAYSSADE-DUFOUR C., 1975. New data on *Dicrocoelium hospes* Looss, 1907: anatomy of the adult and life cycle. Preliminary paper. *Ann. Parasitol. Hum. comp.*, **50**: 701-714.

7. BOYT W.P., 1986. Guide pratique pour le diagnostic, le traitement et la prévention de la trypanosomiase animale africaine. Rome, Italie, FAO.
8. COSTA C.A., VIEIRA L.D., BERNE M.D., SILVA M.U., GUIDONI A.L., FIGUEIREDO E.A., 2000. Variability of resistance in goats infected with *Haemonchus contortus* in Brazil. *Vet. Parasitol.*, **88**: 153-158.
9. DORNY P., SYMOENS C., VERCRUYSE J., JALILA A., SANI R., 1993. Epidemiology of strongyles of small ruminants grazing in a rubber plantation in Malaysia. In: Sivaraj S., Agamuthu P., Mukherjee T.K. Eds, Proc. Workshop on Development of Sustainable Integrated Small Ruminant – Tree Cropping Production Systems, Nov. 3 – December 4, 1992. Kuala Lumpur, Malaya, IDRC.
10. FAKAE B.B., CHIEJINA S.N., 1993. The prevalence of concurrent trypanosome and gastrointestinal nematode infections in West African Dwarf sheep and goats in Nsukka area of eastern Nigeria. *Vet. Parasitol.*, **49**: 313-318.
11. FAKAE B.B., 1990. The epidemiology of helminthosis in small ruminants under the traditional husbandry system in eastern Nigeria. *Vet. Res. Commun.*, **14**: 381-391.
12. GRABER M., PERROTIN G., 1983. Helminthes et helminthoses de ruminants domestiques d'Afrique tropicale. Paris, France, Editions du Point vétérinaire, 162 p.
13. HANSEN J., PERRY B., 1995. Epidémiologie, diagnostic et prophylaxie des helminthoses des ruminants domestiques. Rome, Italie, FAO, 176 p.
14. HENDRICKX G., NAPALA A., 1999. Le contrôle de la trypanosomose à la carte : une approche intégrée basée sur un système d'information géographique. Bruxelles, Belgique, Académie royale des Sciences d'Outre-Mer, p. 88. (Mémoires classe sciences naturelles, médicales, Sér. 8, vol. 24)
15. HENDRICKX G., 1999. Georeferenced decision support methodology towards trypanosomosis management in West Africa. Thèse Doct., faculté de Médecine vétérinaire, université de Gand, Belgique, 176 p.
16. Manual of veterinary parasitological laboratory techniques, 1986. London, UK, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food / HMSO, p. 37-39.
17. MOREL P.C., 1976. Morphologie, biologie et rôle pathogène des tiques. Maisons-Alfort, France, Gerdar-lemvt, p. 6-13.
18. MURRAY M., MURRAY P.K., MCINTYRE W.I.M., 1977. An improved parasitological technique for the diagnosis of African trypanosomiasis. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, **71**: 325-326.
19. OLUBUNMI P.A., 1995. The prevalence of caprine sarcoptic mange due to *Sarcoptes scabiei* var. *capri* in Ife-Ife area of Nigeria, its control and management. *Bull. Anim. Health Prod. Afr.*, **43**: 115-119.
20. PARKER R.E., 1991. Introductory statistics for biology. Cambridge, UK, Cambridge University Press.
21. PAYNE W.J.A., 1990. An introduction to animal husbandry in the tropics. London, UK, Longman Scientific and Technical, p. 499-500.
22. PUTT S.N.H., SHAW A.P.M., WOODS A.J., TYLER L., JAMES A.J., 1987. Veterinary epidemiology and economics in Africa; a manual for use in the design and appraisal of livestock health policy. ILCA Manual 3. Addis Ababa, Ethiopia, ILCA, 130 p.
23. SKERMAN K.D., HILLARD J.J., 1966. A handbook for studies of helminth parasites of ruminants. Rome, Italy, UNDP/FAO, p. C.VII.1-4.
24. THIENPONT D., ROCHETTE F.R., VANPARIJS O.F.J., 1979. Diagnosis of verminosis by coprological examinations. Beerse, Belgium, Janssen Research Foundation, p. 48-67.
25. VAN AKEN D., DE BONT J., VERCRUYSE J., DORNY P., 1990. Gastro-intestinal nematode infections in a goat-breeding farm in north-western Sri Lanka. *Trop. Anim. Health Prod.*, **22**: 231-238.
26. WILSON T., 1992. Petits ruminants : production et ressources génétiques en Afrique tropicale. Rome, Italie, FAO, p. 101-139.

Reçu le 15.07.2002, accepté le 23.03.2004

Summary

Bastiaensen P., Dorny P., Batawui K., Boukaya A., Napala A., Hendrickx G. Small Ruminant Parasitism in the Suburban Area of Sokode, Togo. II. Goats

The cross-section parasitological analysis of 226 samples taken from goats in the suburban area of Sokode (central area of Togo) enabled the diagnosis of coccidiosis (31% prevalence) and gastrointestinal nematodes (85%) such as *Trichostrongylus* sp. (29%), *Cooperia* sp. (2%) and *Haemonchus* sp. (69%). Furthermore, *Protostrongylus rufescens* lungworms were encountered (36%) as well as the cestode *Moniezia* sp. (3%). Trematods were represented by *Paramphistomum* sp. (10%) and *Dicrocoelium* sp. (only one positive sample). Of the three major scabies parasites, only *Sarcoptes* sp. was encountered. Ticks were equally represented by *Amblyomma* and *Boophilus* sp. Serological analyses revealed the presence of 11% positive animals for *Toxoplasma gondii*. Trypanosomosis (8%) was still the main parasitological constraint in terms of impact on health parameters, more particularly on PCV. Other results of this study were compared to those obtained in sheep. Goats, as a species, would appear to be more rustic and resistant against parasite-borne pathologies, particularly trypanosomosis, toxoplasmosis and gastrointestinal nematode infestations. Several statistical analyses that took into account environmental, management and breed-related factors allowed better understanding of host-environment interactions.

Key words: Goat – *Trypanosoma* – *Nematoda* – Hematocrit – Togo.

Resumen

Bastiaensen P., Dorny P., Batawui K., Boukaya A., Napala A., Hendrickx G. Parasitismo de los pequeños rumiantes en la zona peri urbana de Sokodé, Togo. II. Caprinos

Se llevó a cabo un estudio parasitológico transversal, sobre 226 muestras de origen caprino de la zona peri urbana de Sokodé (región central de Togo) permitiendo el diagnóstico de la coccidiosis (prevalencia de 31%) y de los nemátodos gastrointestinales (85%) representados por *Trichostrongylus* sp. (29%), *Cooperia* sp. (2%) y *Haemonchus* sp. (69%). Por otro lado, se encontraron nemátodos pulmonares (*Protostrongylus rufescens*, 36%), así como *Moniezia* sp. (3%). Los trematodos fueron representados por *Paramphistomum* sp. (10%) y *Dicrocoelium* sp. (una sola muestra positiva). De los tres agentes principales de la sarna, solo la existencia de *Sarcoptes* sp. pudo ser confirmada. Las garrapatas fueron representadas en números iguales por *Amblyomma* y *Boophilus* sp. Los análisis serológicos revelaron que 11% de los animales eran seropositivos para *Toxoplasma gondii*. La tripanosomosis (8%) se mantiene como la parasitosis con el impacto más importante sobre los parámetros de salud de los caprinos, en particular del hematocrito. Otros resultados de este estudio fueron comparados con los de los ovinos. La especie caprina apareció, de forma general, más rústica y resistente a las patologías parasitarias encontradas, sobre todo la tripanosomosis, la toxoplasmosis y los nemátodos gastrointestinales. Diversos análisis estadísticos, que tomaron en cuenta los factores ambientales, genéticos y de manejo, permitieron una mejor comprensión de las interacciones huésped – medio ambiente.

Palabras clave: Caprino – *Trypanosoma* – *Nematoda* – Hematocrito – Togo.

Etablir et comparer les spectres biologiques de plusieurs groupements végétaux

J.-P. Aberlin¹ P. Daget²

Mots-clés

Savane – Mesure – Végétation – Ecosystème – Mali.

Résumé

La structure de la flore d'une station peut être caractérisée par son spectre biologique qui indique le taux de chacun des types biologiques définis par Raunkiaer dans la flore stationnelle. Un groupement réunissant plusieurs stations peut être caractérisé par un spectre biologique moyen. Certains des résultats de l'analyse discriminante permettent la comparaison des profils biologiques de plusieurs groupements végétaux compte tenu de leur variabilité interne : application à des groupements de savane du Mali.

■ PRINCIPES

Le concept de types biologiques

Reprenant une idée déjà ancienne (7), Warming définit en 1884 le concept de forme biologique pour traduire « la forme que le corps végétatif de la plante revêt en harmonie avec le milieu environnant et sous laquelle s'accomplissent les phénomènes vitaux » (13), mais la définition des formes elles-mêmes est longtemps restée confuse. C'est seulement en 1904 que les types biologiques ont été définis par l'écologue danois Raunkiaer (14) de la manière suivante :

– les phanérophytes (Ph), pour lesquels les bourgeons végétatifs sont situés à l'extrémité de tiges ligneuses assez loin du sol. Selon la hauteur, on distingue : les macrophanérophytes (Mph), dont les

tiges ligneuses dépassent 8 m de hauteur ; les mésophanérophytes (meph), dont les tiges ligneuses ont entre 2 et 8 m de hauteur ; les microphanérophytes (miph), dont les tiges ligneuses ont entre 0,5 et 2 m de hauteur ; les nanophanérophytes (Nph), dont les tiges ligneuses ne dépassent pas 0,5 m de hauteur ;

– les chamaéphytes (Ch), pour lesquels les bourgeons sont très voisins de la surface du sol ;

– les hémicryptophytes (H), pour lesquels les bourgeons sont situés à la surface du sol ;

– les cryptophytes (C), pour lesquels les bourgeons sont situés à l'intérieur du sol. Selon le type de sol, les subdivisions suivantes sont reconnues : les géophytes (G), dont les bourgeons sont dans un sol terrestre sain ; les héliophytes (Hé), dont les bourgeons sont dans un sol terrestre très humide comme de la vase ; les hydrophytes (Hy), dont les bourgeons sont dans un sol subaquatique ;

– les thérophytes (T), qui sont les plantes de l'été ou de la saison favorable pour la végétation et qui passent la saison défavorable sous forme de graine.

L'applicabilité en régions tropicales du concept de type biologique a fait l'objet de nombreuses discussions dans le passé (2, 12), mais elle ne semble plus poser de problème actuellement (8, 9, 11).

1. Laboratoire de botanique et de phytosociologie, université de Franche-Comté, 25000 Besançon, France

E-mail : jean-pierre.aberlin@univ-fcomte.fr

2. Cirad-emvt et Gréfo, TA 30/E, campus international de Baillarguet,

34398 Montpellier Cedex 5, France

E-mail : philippe.daget@cirad.fr

Spectres biologiques

Ces types biologiques caractérisent les espèces ; pour le tapis végétal, Raunkiaer introduit en 1908 le concept de spectre biologique qui réunit les proportions de chacun des types biologiques dans la flore analysée, d'abord au niveau régional (17), puis aux niveaux de la station et du groupement (16 ; 17). Le spectre d'une association peut être établi comme celui de la station sur l'ensemble de la flore concernée, mais aussi par l'établissement d'un spectre moyen entre les individus d'association pris en compte. C'est ce qui a été retenu ici.

L'intérêt principal des spectres biologiques est qu'ils reflètent, par la structure de la végétation dont ils sont une traduction, les conditions du milieu ambiant (15, 16, 17), tant au niveau stationnel que régional, mais pas au niveau interrégional (5). Il est donc indispensable de pouvoir comparer rigoureusement les spectres moyens d'associations voisines et de distinguer les différences minimales non significatives des écarts qui le sont.

Comparaison des spectres

Les méthodes de l'analyse discriminante sont particulièrement adaptées à ce type de comparaison parce qu'elles n'impliquent rien quant à la structure intrinsèque des données mises en jeu (3). Si elles sont si peu employées en phytologie, c'est parce que les biométriciens qui les présentent (4, 10, 20) les masquent trop souvent derrière un formalisme théorique utile pour eux, mais opaque pour la plupart des utilisateurs, comme l'est aussi la grande variété d'options suggérées par les notices qui accompagnent les logiciels (19). En fait, en préparant les données de manière adéquate, l'application et l'interprétation de l'analyse discriminante sont aussi simples que n'importe quelle autre méthode.

APPLICATION

Un exemple, repris de la base Flotrop à partir de données recueillies au nord-est de Bamako (Mali) (1) et traitées par les procédures du système SAS® (6, 18), montre le mode opératoire et la nature des résultats utiles. Il s'agit d'un ensemble de 32 relevés relatifs à cinq groupements :

- savanes primaires arbustives (savane 1)
- savanes primaires à *Ctenium newtonii* (savane 4)
- savanes primaires à *Cordyla pinnata* (savane 2)
- savanes secondaires à *Diospyros mespiliformis* (savane 3)
- savanes secondaires à *Swartzia madagascarensis* (savane 4)

Pour la préparation des données on retient, pour commencer, neuf types biologiques :

- les macrophanérophytes (A)
- les mésophanéphytes (M)
- les microphanérophytes (I)
- les nanophanéphytes (N)
- les chamaéphytes (C)
- les hémicryptophytes (H)
- les géophytes (G)
- les thérophytes (T)
- les hydrophytes (O)

Les symboles utilisés ici sont différents de ceux que Raunkiaer avait proposés, mais ils ont l'avantage de n'employer qu'un seul caractère. Ensuite, les observations de terrain sont formatées en bordereau (tableau I),

Tableau I

Spectres de chacune des quatre stations de savane primaire arbustive de la dition

A	M	I	N	C	H	G	T	O
0	13	0	26	4	9	39	9	0
0	17	0	28	3	10	38	3	0
0	8	0	50	0	12	27	4	0
0	14	8	32	3	5	32	5	0

A = macrophanérophytes ; M = mésophanéphytes ; I = microphanérophytes ; N = nanophanéphytes ; C = chamaéphytes ; H = hémicryptophytes ; G = géophytes ; T = thérophytes ; O = hydrophytes

et ainsi de suite de groupement en groupement. Enfin, elles sont chargées et traitées dans SAS®. Après lancement du logiciel, le chargement se fait par la procédure simple suivante {P1} :

```
DATA TAB ;
INPUT A M I N C H G T O E S ;
CARDS ;
00 13 00 26 04 09 39 09 00 00 1
00 17 00 28 03 10 38 03 00 00 1
00 08 00 50 00 12 27 04 00 00 1
...
```

Il faut prendre soin de donner les pourcentages avec deux chiffres significatifs suivis d'un blanc, ce qui permet de retrouver les neuf colonnes du tableau I. La dixième colonne, notée S, indique le numéro du groupement. Toutes les données des divers groupements à comparer sont entrées à la suite. Une vérification est possible par la procédure {P2} qui affiche le tableau constitué :

```
PROC PRINT DATA=TAB ;
RUN ;
```

Puis les spectres moyens des divers groupements sont donnés directement par la procédure {P3} suivante :

```
PROC MEANS N MEAN FW=2 ;
BY S ;
RUN ;
```

MEANS calcule de nombreux paramètres caractéristiques des distributions individuelles : moyenne, variance, écart-type, dissymétrie..., mais les indications N et MEAN ont pour effet de ne retenir que les effectifs et les moyennes ; la mention FW=2 permet l'affichage avec seulement deux chiffres significatifs, ce qui suffit pour caractériser des profils biologiques (lorsqu'une moyenne est inférieure à 1, la valeur affichée commence par un point, au stade de l'interprétation, il faut lire 0 : zéro ou 1). La seconde ligne fait renouveler le calcul pour chaque groupement. La comparaison est obtenue par la procédure {P4} :

```
PROC DISCRIM ALL ;
CLASS S ;
RUN ;
```

La mention ALL sur la première ligne indique qu'il s'agit de l'approche la plus générale de l'analyse discriminante et la seconde ligne indique que les numéros des groupements correspondent à la variable S, la dernière. Enfin, comme les groupements traités ne comportent ni hydrophyte ni épiphyte, les variables correspondantes (O et E) peuvent être négligées, ce qui est indiqué par l'introduction en ligne 3 de l'instruction « VAR A-T ; » qui applique {P4} sur les variables A à T et exclut O et E.

■ RESULTATS

Profils moyens

La procédure {P3} donne des résultats se présentant de la manière indiquée dans le tableau II avec, bien entendu, autant de sections du même type qu'il y a de valeurs de S, donc de groupements en cours d'analyse. La flore de ce type de savane ne présente donc aucun macrophanérophyte, 13 p. 100 de mésophanérophites, 2 p. 100 de microphanérophytes, 34 p. 100 de nanophanérophites, etc.

Tableau II

Résultats obtenus par {P3}

Variable	S = 2	
	N	Mean
A	4	0
M	4	13
I	4	2
N	4	34
C	4	3
H	4	9
G	4	34
T	4	5
O	4	0
E	4	0

S = numéro du groupe ; variables = types biologiques ; N = nombre de relevés du groupe ; Mean = proportion moyenne du type correspondant dans le groupe

A = macrophanérophytes ; M = mésophanérophites ; I = microphanérophytes ; N = nanophanérophites ; C = chamaéphytes ; H = hémicryptophytes ; G = géophytes ; T = thérophytes ; O = hydrophytes

Pour l'ensemble des cinq groupements de savane de la dition, les spectres biologiques moyens sont représentés dans les figures 1 à 4 et réunis dans le tableau III avec les nombres de relevés suivants :

1 : 10 2 : 4 3 : 7
4 : 8 5 : 4

Tableau III

Profils moyens des cinq groupements de savane de la dition

Types	1	2	3	4	5
A Macrophanérophytes	0	0	0	1	0
M Mésophanérophites	5	13	19	13	10
I Microphanérophytes	1	2	14	13	11
N Nanophanérophites	14	34	52	41	21
C Chamaéphytes	4	3	3	2	2
H Hémicryptophytes	1	9	9	9	15
G Géophytes	70	34	2	11	41
T Thérophytes	5	5	1	10	0

A = macrophanérophytes ; M = mésophanérophites ; I = microphanérophytes ; N = nanophanérophites ; C = chamaéphytes ; H = hémicryptophytes ; G = géophytes ; T = thérophytes

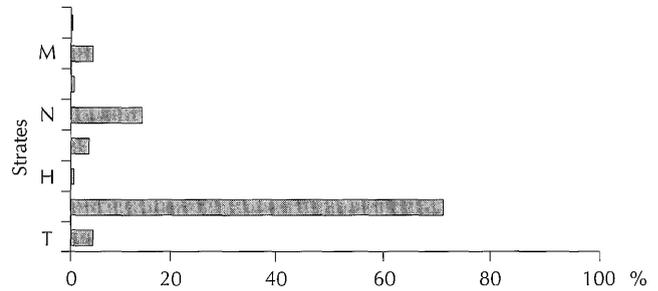


Figure 1 : spectre biologique moyen des savanes primaires arbustives - savane 1. M = mésophanérophites ; N = nanophanérophites ; H = hémicryptophytes ; T = thérophytes.

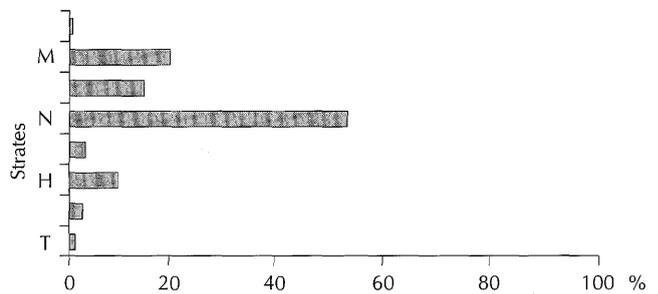


Figure 2 : spectre biologique moyen du groupement des savanes primaires à *Cordyla pinnata* - savane 3. M = mésophanérophites ; N = nanophanérophites ; H = hémicryptophytes ; T = thérophytes.

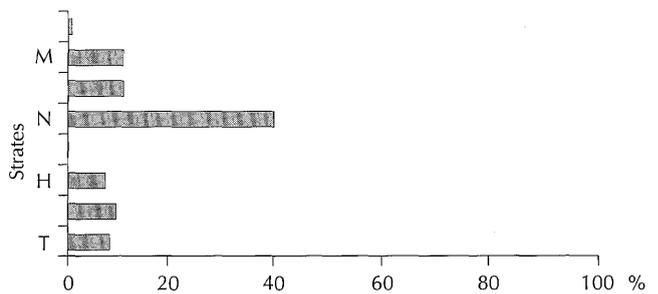


Figure 3 : spectre biologique moyen du groupement des savanes secondaires à *Diospyros mespiliformis* - savane 5. M = mésophanérophites ; N = nanophanérophites ; H = hémicryptophytes ; T = thérophytes.

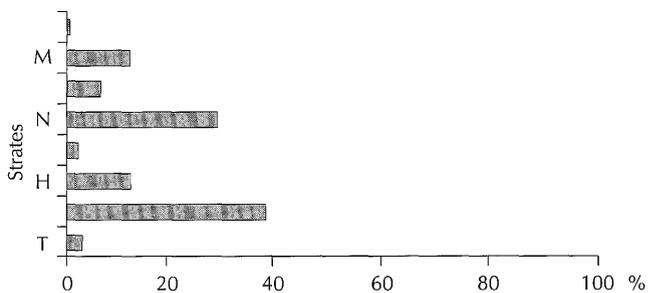


Figure 4 : spectre biologique moyen des groupements des savanes primaires à *Ctenium newtonii* et secondaires à *Swartzia madagascariensis* - savanes 2 et 4. M = mésophanérophites ; N = nanophanérophites ; H = hémicryptophytes ; T = thérophytes.

Comparaison des profils de savane

La procédure {P4} donne très rapidement une grande quantité de résultats répartis sur plusieurs pages. Il ne s'agit pas ici d'analyser les variables et leur « contribution », ni d'établir et d'étudier des « fonctions discriminantes », mais seulement de savoir si les groupements et leurs spectres moyens sont significativement différents. Les résultats pertinents sont réunis dans les tableaux IV et V.

Tableau IV

Carrés des distances de Mahalanobis
entre les spectres moyens

	1	2	3	4	5
1	0,000	43,127	136,103	133,573	39,123
2	43,127	0,000	42,593	43,479	9,189
3	136,103	42,593	0,000	10,646	66,280
4	133,573	43,479	10,646	0,000	71,506
5	39,123	9,189	66,280	71,506	0,000

Le tableau IV donne les carrés des « distances de Mahalanobis » entre les spectres. La valeur de cette grandeur mesure l'écart entre les spectres biologiques moyens des différents groupements. Il apparaît que les spectres les plus éloignés sont 1 vs 3 et 4, tandis que 2 et 5 comme 3 et 4 sont très proches.

Tableau V

Probabilités pour que les spectres moyens
soient différents

	2	3	4	5
1	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002
2		0,0002	0,0001	0,3393
3			0,0346	0,0001
4				0,0001
5				

Connaître l'écart entre spectres ne suffit pas pour savoir si, compte tenu du nombre de sites et de la dispersion au sein de chaque groupement, ces écarts sont significatifs ; la procédure {P4} effectuée ce test et les résultats figurent dans le tableau V. Deux hypothèses contradictoires sont en jeu :

- les spectres moyens des groupements **i** et **j** sont significativement différents aux seuils de 0,05, 0,01 et 0,001 (hypothèse H0) ;
- les spectres moyens ne sont pas significativement différents et peuvent donc être confondus (hypothèse H1).

Entre les spectres des groupements 1 et 2 la probabilité de 0,0001 est plus faible que le plus petit des trois seuils, donc l'hypothèse H0 peut être retenue et la différence entre leurs spectres biologiques est **très** significative ; entre 3 et 4, $P = 0,0346$, étant compris entre 0,05 et 0,01, traduit une différence significative ; entre 2 et 5, $P = 0,339$

traduit une différence non significative qui conduit à rejeter H0 et à accepter H1. Dès lors, les données de ces deux groupements peuvent être réunies pour obtenir un seul spectre. En définitive, quatre spectres sont caractéristiques des savanes de la région.

CONCLUSION

L'étude des spectres biologiques est ancienne mais compliquée parce que chaque station a son propre spectre. Le problème des spectres caractéristiques d'associations ou de groupements végétaux est double. La première approche consiste à établir le spectre à partir de la totalité de la flore du groupement. La seconde à établir un spectre moyen à partir des divers spectres stationnels. C'est cette seconde approche qui est analysée ici sous la double perspective de l'établissement du spectre puis de la comparaison des spectres moyens. L'emploi de l'analyse discriminante constitue à nos yeux la méthode royale pour traiter ce sujet et nous proposons les moyens de l'aborder simplement par le biais du logiciel SAS®.

BIBLIOGRAPHIE

1. ABERLIN J.P., 1986. Recherches phytosociologiques et phytogéographiques au Mali central. Thèse Doct., faculté Saint Jérôme, Marseille, France, 544 p.
2. AUBREVILLE A., 1963. Classification des formes biologiques des plantes vasculaires en milieu tropical. *Adansonia*, **3** : 220-226.
3. BOUROCHE J.M., SAPORTA G., 1983. L'analyse des données. Paris, France, PUF, 172 p.
4. DAGNELIE P., 1975. Analyse statistique à plusieurs variables. Gembloux, Belgique, Presses agronomiques, 262 p.
5. EMBERGER L., 1966. Réflexions sur le spectre biologique de Raunkiaer. *Bull. Soc. bot. France* : 147-156. (Mémoires)
6. HELWIG J., 1987. Guide d'introduction au logiciel SAS de base. Cary, NC, USA, SAS Institute, 108 p.
7. HUMBOLDT A.D., 1807. Essai sur la géographie des plantes. Nanterre, France, Editions européennes Erasme, 155 p. + XXII + annexes.
8. LEBRUN J., 1964. A propos des formes biologiques en régions tropicales. *Bull. Acad. R. Sci. Outre-Mer* : 926-937.
9. LEBRUN J., 1966. Les formes biologiques dans les végétations tropicales. *Bull. Soc. bot. France* : 164-175. (Mémoires)
10. LEFEBVRE J., 1976. Introduction aux analyses statistiques multidimensionnelles. Paris, France, Masson, 220 p.
11. MUELLER-DOMBOIS D., ELLENBERG H., 1974. Aims and methods of vegetation ecology. New York, USA, J. Wiley, 547 p.
12. ORSHAN G., 1953. Note on the application of Raunkiaer's life forms in arid region. *Palest. J. Bot., Jerusalem*, **6** : 120-122.
13. PAVILLARD J., 1935. Elements de sociologie végétale. Paris, France, Hermann, 102 p.
14. RAUNKIAER C., 1904. Om biologiske typer, med Hensyn til Planternes Tilpasning til at overle ugunstige Aarister. *Bot. Tidsskrift*, **26**.
15. RAUNKIAER C., 1908. Livsformernes Statistik som Grundlag for Plantegeografi. *Bot. Tidsskr.*, **29**.
16. RAUNKIAER C., 1909. Formationsundersogelse og Formationsstatistik. *Bot. Tidsskr.*, **30**.
17. RAUNKIAER C., 1918. Recherches statistiques sur les formations végétales. *Kgl. Dan. Vidensk. Selsk. Biol. Medd.*, **5**.
18. SAUTORY O., 1995. La statistique descriptive avec le système SAS. Paris, France, Insee, 260 p.
19. TOMASSONE R., 1988. Comment interpréter les résultats d'une analyse factorielle discriminante. Boigneville, France, Itcf, 56 p.
20. TOMASSONE R., DANZART M., 1988. Discrimination et classement. Paris, France, Masson, 174 p.

Accepté le 26.02.2004

Summary

Aberlin J.-P., Daget P. Establish and Compare the Life Form Spectra of Several Plant Groups

The structure of a site flora can be characterized by its life form spectrum which indicates each life form rate as defined by Raunkiaer for station flora. A group made of several stations can be characterized by an average life form spectrum. Some of the results of the discriminating analysis allow comparison of the life form spectra of several plant groups according to their internal variability: application to savannas of Mali.

Key words: Savanna – Measurement – Vegetation – Ecosystem – Mali.

Resumen

Aberlin J.-P., Daget P. Establecer y comparar los espectros biológicos de varios grupos vegetales

La estructura de la flora de una estación puede ser caracterizada por su espectro biológico, que indica la tasa de cada uno de los tipos biológicos definidos por Raunkiaer para la flora estacional. Una agrupación, reuniendo varias estaciones puede caracterizarse por un espectro biológico medio. Ciertos resultados del análisis discriminante permiten la comparación de los perfiles biológicos de varios grupos vegetales, tomando en cuenta su variabilidad interna. Aplicación a grupos de sabanas de Mali.

Palabras clave: Sabana – Medicion – Vegetación – Ecosistema – Malí.

Formations spécialisées

Cirad-emvt - 2004

Méthodologie de l'épidémiosurveillance

du 25 octobre au 26 novembre 2004

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

Frais d'inscription : 1 830 euros

Gestion et traitement de données appliqués à l'épidémiosurveillance

du 29 novembre au 17 décembre 2004

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

Frais d'inscription : 2 135 euros

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 du cours.

Secrétariat :

Cirad-emvt
TA 30 / B
34398 Montpellier Cedex 5
France
Tél. : +33 (0)4 67 59 39 16
Fax : +33 (0)4 67 59 37 97
E-mail : brigitte.languedocq@cirad.fr

Crossbreeding Cattle for Milk Production in the Tropics: Effects of Genetic and Environmental Factors on the Performance of Improved Genotypes on the Cameroon Western High Plateau*

T.D. Djoko¹ D.A. Mbah² J.N. Mbanya³
P. Kamga³ N.R. Awah¹ M. Bopelet⁴

Key words

Cattle – Crossbreeding – Milk production – Yield factor – Tropics – Cameroon.

Summary

Three hundred and sixty-four records on dairy production obtained from 540 lactations of 145 cows that calved between 1974 and 1994 at the Bambui Centre of Agricultural Research for Development in the western highlands of Cameroon were analyzed for effects of genotype and environment on milk production and reproduction traits. Cow genotypes were Holstein-Friesian (H), Jersey (J), Holstein-Red Fulani F₁ (H₁RF₁), Holstein-Gudali F₁ (H₁G₁), Jersey-White Fulani F₁ (J₁WF₁) and Jersey-White Fulani backcrosses (J₃WF₁, J₇WF₁). Effects of genotype, season and year of calving, parity and age at first calving (AFC) were analyzed. The lactation milk yield (MYLD), lactation length (LL), annualized milk yield (AMP), calving interval (CI) and dry period (DP) were also analyzed. F₁ crosses (H₁G₁, J₁WF₁, H₁RF₁) and backcrosses (J₃WF₁, J₇WF₁) were compared. H₁G₁ were superior to H₁RF₁, J₁WF₁, and J₃WF₁ with regard to MYLD, AMP, LL, CI, and DP. For AFC, H₁G₁ were superior to J₁WF₁, J₃WF₁, J₇WF₁, but inferior to H₁RF₁. Jersey backcrosses were superior to Jersey F₁. Milk production of F₁ crosses varied from 2.6 times (J₁WF₁ vs WF) to 4.3 times (H₁RF₁ vs RF) the yield of local breeds. Among F₁ crosses, H₁G₁ were the best.

1. Institute of Agricultural Research for Development, PO Box 2123, Yaounde, Cameroon

2. Ministry of Scientific and Technical Research, PO Box 1457, Yaounde, Cameroon

3. IRAD Bambui Centre, PO Box 51, Bamenda, Cameroon

4. University of Yaounde I, Faculty of Science, Animal Physiology Laboratory, PO Box 812, Yaounde, Cameroon

* Most of the data were generated within the USAID Project No 431-0015 (HPI/USAID-IRZ)

■ INTRODUCTION

Milk is no doubt one of the most important sources of protein in human nutrition in the tropics. In Cameroon, for example, consumption was estimated per capita at 10 kg (11, 45), for an annual domestic milk production estimated at 5.1 kg per inhabitant (28). The production deficit is compensated with dairy product imports. In 1992, milk imports were 11,480 tons for a total cost of 10 billion CFA francs (43). In 1995, the national milk production was estimated at 100,000 tons, and dairy imports were 30,260 tons for a total cost of 24 billion CFA francs (27). In 1999, powdered milk and concentrated milk imports were estimated for the first nine months to be above 14,000 tons, for a total of 12 billion CFA francs (26).

For decades, milk production in tropical Africa has been mostly ensured by zebu breeds (*Bos indicus*) (8). In Cameroon, local zebu breeds are Red Fulani (RF) or Mbororo, White Fulani (WF) or Aku, and Gudali (G) also called Adamawa or Ngaoundere. Their daily production ranges roughly from one to two liters per cow, with a lactation length of 140 to 180 days (13). These non-specialized breeds are used commonly as dual-purpose animals, providing milk and meat. To improve the low productivity and production, high performance exotic dairy cattle (*Bos taurus*) breeds, Holstein-Friesian (H) and Jersey (J) from the USA, and Montbeliard and Brown Swiss from France, were introduced in the early seventies (17, 24, 29, 40, 42). Thus, improved hybrids (exotic x local) were produced at Wakwa in the northern highlands, also known as Adamawa Highlands, and at Bambui in the western highlands, also known as Bamenda Highlands. Research efforts were intensified with the aim of identifying productive and adapted genotypes for the enhancement of dairy production in Cameroon (17, 29).

The economic importance of lactation and reproductive traits in dairy production cannot be over emphasized. Both the environment and heredity are known to cause phenotypic variations in these quantitative traits. Reduction of environmental variance is expected to leave a greater portion of the residual variance to heredity and thereby to increase the prediction accuracy of the superiority of the individual. Hence, knowledge of environmental factors is important for genetic improvement of dairy cattle.

The design of efficient mating schemes for such genetic improvement requires knowledge not only of breed differences but also of their heterotic and recombination effects (8, 18). Limited studies have compared the performance of crossbred genotypes with at least two *Bos taurus* breeds under similar production conditions (14, 34, 37, 40, 44). Furthermore, most of the crossbreeding evaluation studies in West Africa have been limited to the White Fulani as indigenous cow breed (5, 10). Gudali crosses with exotic dairy breeds have recently been evaluated (40) for their dairy potential in the northern highlands of Cameroon. A similar evaluation to complete the study is not yet available for the western highlands of Cameroon. Furthermore, no study has been carried out to evaluate crosses of Red Fulani with exotic dairy breeds. Similarly, no study has been carried out to compare Gudali and Red Fulani (both originating from the subregion) for their crossbreeding potentials for milk production.

Data generated from 1974 to 1983 were analyzed but they mainly presented descriptive statistics (24). The effects of calving season and production parameters on milk yield in the western highlands of the country have been studied (14). The objective of the present study was to estimate the effects of genotype and environment on milk production and reproductive traits of dairy cattle in Cameroon's western highlands. Ten types of genetic contrasts were considered for the traits as follows: crosses involving various proportions of Gudali, White Fulani, Red Fulani and *Bos taurus* (Holstein-Friesian and Jersey) inheritance.

■ MATERIALS AND METHODS

Environment

The study was carried out at the dairy cattle research section of the Bambui Regional Centre of the Institute of Agricultural Research for Development (IRAD-BRC), located on the western highlands in the Northwest province. The Bambui Regional Centre is located at latitude 6°30' N, longitude 10°15' E, and about 21 km northwest of Bamenda. Research activities of the Centre cover

the West and Northwest provinces, which form the western highlands of Cameroon. The western highlands (WHL) or western high plateau (WHP) cover an area of 31,150 km², which is equal to 6.6% of the national territory. It is a hilly complex with altitudes ranging from 700 m for the lowest areas to above 3000 m. The mean altitude is 1500 m with most of the land lying above 2000 m (41).

Weather on the western highlands is described as tropical but of Cameroonian mountain type. Mean annual rainfall varies from 1500 to 2630 mm. Mean relative humidity registered on WHL between 1970 and 1990 was 40% for the dry season and 68% for the rainy season, with an absolute minimum of 22%. The rainfall has a unimodal pattern and runs from March to October. The dry season is fresh from November to December, then hot until March. Soils are largely volcanic.

The Bambui Centre covers an area of 838 ha at an altitude ranging from 1600 to 1982 m. The main farm where dairy cows are kept covers 136 ha. Weather conditions registered from 1970 to 1990 revealed a mean annual temperature of 20.2 ± 1.2°C, a mean relative humidity of 73.3 ± 12.7%, and, from 1974 to 1995, a mean annual temperature ranging from 9.8 to 25°C, with a general mean of 19°C (7), and a mean annual rainfall of 2310.9 ± 196.3 mm. The Centre controlled pastures with natural or improved (exotic) vegetation. Natural vegetation is made of elephant grass (*Pennisetum purpureum*), Kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum*), *Hyperrhenia* sp. and *Sporobolus africanus*, which are common. *Leguminosae* include: *Trifolium* sp., *Sida* sp., *Stylosanthes guyanensis*, *Stylosanthes scabra* and *Desmodium* sp. Among exotic *Gramineae* species introduced are: *Brachiaria ruziziensis*, *Setaria sphaceolata*, *Panicum maximum* and Guatemala grass (*Trypsacum laxum*). Major fodder trees are *Leucaena leucocephala* and *Centosema* sp.

The main animal health problems on WHP have been described (9, 12, 30, 31, 38). Permanent health problems in the region are chiefly due to ticks and tick borne diseases, gastrointestinal and pulmonary parasitism, bovine tuberculosis, bovine brucellosis, mastitis, foot and mouth disease, infectious keratoconjunctivitis and leukolymphoid. Preventive measures are taken on-station against these diseases.

Herd description and animal management

The dairy herd resulted firstly from successive live imports of Holstein-Friesian and Jersey breeds and semen. Breeding was done naturally and by artificial insemination. The mating design (Table I) produced the seven cow genotypes in this study: purebred Holstein-Friesian (H), Jersey (J); exotic x local crosses, i.e. Holstein-Red Fulani F₁ (H₁RF₁), Holstein-Gudali (H₁G₁), Jersey-White Fulani (J₁WF₁) and Jersey-White Fulani backcrosses (J₃WF₁, J₇WF₁), Holstein x Holstein (HH), Holstein ♂ x Gudali ♀ F₁ (H₁G₁), Holstein ♂ x Red Fulani ♀ F₁ (H₁RF₁), Jersey x Jersey (JJ), Jersey ♂ x White Fulani ♀ F₁ (J₁WF₁), and Jersey backcrosses (J₃WF₁ and J₇WF₁). Holsteins were not crossed with White Fulani (smaller in size) to avoid complications during calving (Ndumbe, pers. commun.).

Management was consistent throughout the period of the study. Artificial insemination was the major breeding method for dairy cows. The heifers were inseminated at 18 to 24 months of age and weighed 200-370 kg. After calving, calves were left with their dams for 2 to 3 days to allow them to suckle the maternal colostrum, then they were subjected to bottle-feeding with fresh warmed milk. The calves were then separated from their dams and kept in isolated individual calf pens in the cowshed until weaning at 16 weeks (about 4 months or 112 days, and from 65 to 120 kg of

body weight). During that period they were bucket-fed whole milk warmed at 38°C twice daily (morning and evening) between 6–7 h, and 16–17 h. The litter, usually made of hay (dried grass) was changed regularly to limit infections. Water was given ad libitum. Regular diets made of concentrate and cut grass were provided. Weaned calves at 16 weeks were sent to pasture where they formed a herd with heifers. A second herd grouped lactating cows, and a third was made of non-lactating cows. The management pattern was semi-intensive. During the rainy season animals were put on natural pastures (*Sporobolus*) or improved ones (*Brachiaria ruziziensis* and *Pennisetum purpureum*). In the dry season, they were mainly fed silage made of Guatemala grass and *Pennisetum*, together with *Sporobolus* hay. They also grazed standing *Brachiaria* hay in paddocks and received supplements of fresh Guatemala grass. Milking was essentially performed with milking machines twice a day, at 6 h and 16 h. During milking and immediately after, cows received a concentrate diet. Routine work consisted in attributing identification numbers to calves, and data recording: calf birth date, birth weight, sex, calving season, dam age at calving, monthly weighing, dehorning, vaccinations (during the first six weeks), prophylaxis against trypanosomosis and helminths (administration of Berenil, Trypamidium, Panacur) and against ectoparasites (ticks). The animals were sprayed twice a week in the rainy season and once a week in the dry season with Supona or Tigal. Dairy recording included milk yields, parity, dry update, date and reason for culling.

Statistical analysis

Of the 540 lactations at the beginning, 364 were included in the analysis: 176 lactations were removed for non-conformity with the editing criteria (inclusion/exclusion) retained. Thus, all lactations following abortions and those of sick cows (mastitis) were removed (24 lactations). Likewise, all lactations from cows of unknown or doubtful paternity, or of unknown birth date were removed (101 lactations). All the data from hybrid cows (exotic x local) of less than three years or those from exotic cows of more than 14 years were removed (51 lactations). The data retained for the analysis were those covering effectively the period from 1974 to 1994 inclusive. For analytical purposes, cow age at calving (AGE) was grouped into six age classes as follows: all cows between 2 and 4 years exclusive were grouped into AGE 1, those between 4 and 5 years exclusive into AGE 2, those between 5 and 6 years exclusive into AGE 3, those between 6 and 7 years exclusive into AGE 4, those between 7 and 8 years exclusive into AGE 5, those from 8 years and above into AGE 6. All the parities above 8 were brought back to 8. Table II presents the distribution of records by genotype.

The traits analyzed were milk yield (MYLD) in kilograms, lactation length (LL) in days, calving interval (CI) in days, dry period (DP) in days, and annualized milk yield (AMP) in kilograms. The latter was calculated as follows: AMP = (MYLD/CI) x 365. To estimate CI, it is admitted that the cow mean

Table I

Mating plan for dairy improvement on Cameroon's western high plateau

Sire genotype	Dam genotype						
	Holstein (H)	Jersey (J)	Gudali (G)	Red Fulani (RF)	White Fulani (WF)	J ₁ WF ₁	J ₃ WF ₁
Holstein	HH		H ₁ G ₁	H ₁ RF ₁			
Jersey		JJ			J ₁ WF ₁	J ₃ WF ₁	J ₇ WF ₁

H = Holstein; J = Jersey; G = Gudali; RF = Red Fulani; WF = White Fulani; J₁WF₁ = Jersey x White Fulani F₁; J₃WF₁ = Jersey backcross; H₁G₁ = Holstein x Gudali F₁; H₁RF₁ = Holstein x Red Fulani F₁; J₇WF₁ = double backcross

Table II

Distribution of records by genotype

Cow genotype	Num. of records	Num. of cows	Num. of sires	Num. of lactations	Lactations per cow	Maximum parity
J	70	32	11	108	3.4	8
J ₁ WF ₁	64	10	9	68	6.8	14
J ₃ WF ₁	56	19	11	54	2.8	8
J ₇ WF ₁	10	5	5	10	2.0	6
H	84	33	11	141	4.3	8
H ₁ RF ₁	16	5	2	18	3.6	9
H ₁ G ₁	64	13	5	66	5.1	9
Total	364	114	54	465	4.1	—

J = Jersey; J₁WF₁ = Jersey x White Fulani F₁; J₃WF₁ = Jersey backcross; J₇WF₁ = double backcross; H = Holstein; H₁RF₁ = Holstein x Red Fulani F₁; H₁G₁ = Holstein x Gudali F₁

gestation length is 284 days and the mean period between calving and the following pregnancy is 60 days postpartum. Since each cow had at least two pregnancy opportunities before being culled for infertility, the upper limit of the calving interval was estimated at 730 (2 x 365) days. Therefore, all estimates of CI less than 300 days or above 730 days were removed. DP is defined as the period between the end of lactation (dry off) and the following calving (starting of the next lactation). The minimum value of DP has been estimated at 30 days and the upper value at 730 days. Table III presents the distribution of data analyzed by trait and genotype.

Data were analyzed by fitting the following fixed effects linear model using the general linear models procedure of the Statistical Analysis Systems, version 6.12 (35).

$$P_{ijklm} = \mu + B_i + S_j + C_k + P_l + \varepsilon_{ijklm}$$

where P_{ijklm} represents the performance record (milk yield, lactation length, annualized milk yield, calving interval, dry period); μ is the overall mean; B_i is the effect due to the cow genotype i ($i = H, J, H_1G_1, H_1RF_1, J_1WF_1, J_3WF_1, J_7WF_1$); S_j is the effect due to the calving season ($j = \text{dry season, rainy season}$) or S_j is the effect due to the month of calving ($j = \text{January to December}$), or S_j is the effect due to the year of calving ($j = 1974 \text{ to } 1994$); C_k is the effect due to the age class of the cow at calving ($k = 1 \text{ to } 6$); P_l is the effect due to the parity (rank or lactation number) of the cow ($l = 1 \text{ to } 8$); ε_{ijklm} is the residual effect which is assumed to be independent and randomly distributed with a mean of zero and variance σ^2 .

Preliminary analysis to verify the pertinence of the model showed no significance of possible interactions ($P > 0.05$) between the effects in the model. Therefore, all two-way interactions were dropped.

In the same way, due to the absence of normality of dry period data distribution and the non-homogeneity of the variance, data were transformed using log transformation [$LGDP = \log(DP)$]. On the other hand, age at first calving was analyzed by fitting the data to a fixed-effect linear model, which consisted of the cow genotype and season of calving:

$$A_{ijk} = \mu + B_i + S_j + \varepsilon_{ijk}$$

where A_{ijk} is the cow age k ($k = 1 \text{ to } 6$) of genotype i , born in season j ; μ is the overall mean; B_i is the genotype ($i = H, J, H_1G_1, H_1RF_1, J_1WF_1, J_3WF_1, J_7WF_1$); S_j is the calving season, year or month ($j = \text{dry season, rainy season; January to December; 1974 to } 1994$); ε_{ijk} is the residual effect associated with the cow k assumed to be identically and independently distributed with a mean of zero and variance σ^2 . Lastly, the breeding plan in this study allowed the analysis of contrasts by comparing different genotypes with variable exotic and local blood for their performances in all the production and reproduction traits. Comparisons of genotypes were as follows: J_1WF_1 vs J_3WF_1 , J_1WF_1 vs J_7WF_1 , J_3WF_1 vs J_7WF_1 , J_1WF_1 vs H_1RF_1 , J_1WF_1 vs H_1G_1 , J_3WF_1 vs H_1RF_1 , J_3WF_1 vs H_1G_1 , J_7WF_1 vs H_1RF_1 , J_7WF_1 vs H_1G_1 , H_1RF_1 vs H_1G_1 .

RESULTS

Cow production traits

Factors, which affect cow production traits, are presented in Table IV. The genotype significantly influenced MYLD ($P < 0.001$), AMP ($P < 0.001$) and LL ($P < 0.01$). The calving year (CY) significantly influenced MYLD ($P < 0.001$) and AMP ($P < 0.01$). Parity and age at calving did not affect MYLD and AMP, but affected LL ($P < 0.05$). As expected, it was observed for most of the genotypes an increase of MYLD and AMP until parity five. Table V presents least squares means and standard errors for cow production and reproduction traits. Four genotypes (J, J_7WF_1 , H et H_1G_1) among the seven studied had MYLD and AMP above the overall mean. On the other hand, H_1RF_1 , J_1WF_1 , and J_3WF_1 had MYLD largely below the overall mean, contrary to the latter AMP, which was well above the overall mean. The LL value equals the overall mean for J; its value is largely above the overall mean for H and H_1G_1 , close to the overall mean for J_3WF_1 and J_7WF_1 , low for J_1WF_1 and H_1RF_1 . Among the hybrids resulting from crossbreeding J and WF, J_7WF_1 were better than J_3WF_1 and J_1WF_1 for MYLD, with +256 kg, s.e. 4.3, and +424 kg, s.e. 65.46, respectively, and for AMP, with +384 kg, s.e. 28.3, and +387 kg, s.e. 16.9, respectively. However, these differences were not significant in both cases ($P > 0.05$). H_1G_1 were better than H_1RF_1 for MYLD, with +353 kg, s.e. 60.3, and AMP, with +22 kg, s.e. 3.6, but these differences were not significant ($P > 0.05$).

Table III
Distribution of data by trait and genotype

Traits	J	J_1WF_1	J_3WF_1	J_7WF_1	H	H_1RF_1	H_1G_1	Total
Cow production								
MYLD	49	64	50	10	62	56	61	305
AMP	26	42	29	5	35	43	50	191
LL	49	64	50	10	62	56	61	305
Cow reproduction								
CI	49	64	50	10	62	56	50	305
DP	49	64	50	10	62	56	61	305
AFC	34	16	19	6	34	7	61	127

J = Jersey; J_1WF_1 = Jersey x White Fulani F₁; J_3WF_1 = Jersey backcross; J_7WF_1 = double backcross; H = Holstein; H_1RF_1 = Holstein x Red Fulani F₁; H_1G_1 = Holstein x Gudali F₁

MYLD = milk yield; AMP = annualized milk yield; LL = lactation length; CI = calving interval; DP = dry period; AFC = age at first calving

Elsewhere, if J and H confirmed their reputation as good milkers, J₇WF₁ were better than J for MYLD and AMP, while H₁G₁ were better than J for MYLD, with +83 kg, s.e. 17.2, and almost as good as J for AMP, with -18 kg, s.e. 3.1. J and H performances were well below those obtained in their country of origin (USA) indicating the presence of a genotype x environment interaction. This suggests a better adaptation of the crosses compared to purebred exotics, as has been reported (10, 25, 40). Cow reproductive traits were affected by CY (P < 0.05-P < 0.001), while the genotype affected (P < 0.01) AFC only.

Least squares means for CY depicted substantial interannual variations in MYLD and AMP (Figure 1) and in LL and CI (Figure 2). MYLD and AMP peaked in 1976 (7515 kg and 5981 kg, respectively) and again in 1978 (3025 kg and 2682 kg, respectively), and then decreased progressively (overall average of 1500 kg in MYLD) until 1992. The lowest levels in MYLD and AMP (521 kg and 703 kg, respectively) were obtained in 1989. From 1993 on, an increase was observed in the production. The lactation length presented a decrease from 228 days to 175 days in 1977, followed by an important increase in 1978, and then by

Table IV
Least squares analysis of variance

Traits	Num. of records	B	CS	CY	P	AGE	CV	R ²	RE
Cow production									
MYLD (kg)	305	***	-	***	*	**	45.7055	0.4734	759.074
LL (days)	305	**	-	-	-	-	36.3319	0.1986	86.6534
AMP (kg)	197	***	-	**	-	-	49.5128	0.4517	734.1426
Cow reproduction									
DP (days)	305	-	-	**	-	-	56.0612	0.1568	280.522
CI (days)	305	-	-	*	-	-	94.9631	0.1908	294.250
AFC (days)	127	**	-	***	-	-	34.0677	0.6134	417.999

B = cow genotype; CS = calving season; CY = calving year; P = parity; AGE = age class; CV = coefficient of variation; R² = coefficient of determination; RE = residual error; MYLD = milk yield; LL = lactation length; AMP = annualized milk yield; DP = dry period; CI = calving interval; AFC = age at first calving
*** Very highly significant (P < 0.001); ** Highly significant (P < 0.01); * Significant (P < 0.05); - Non significant (P > 0.05)

Table V
Least squares means (standard errors) for cow production and reproduction traits

Traits	General mean	J	J ₁ WF ₁	J ₃ WF ₁	J ₇ WF ₁	H	H ₁ RF ₁	H ₁ G ₁
Production								
MYLD (kg)	1703 (12.1)	1744 (180.8)	1320 (170.9)	1488 (208.3)	1744 (315.8)	2321 (180.6)	1474 (243.2)	1827 (179.5)
AMP (kg)	1557 (17.7)	1652 (209.6)	1194 (174.6)	1197 (240.2)	1581 (434.7)	2027 (202.0)	1612 (261.5)	1634 (193.4)
LL (days)	237 (1.4)	236 (20.6)	210 (19.5)	224 (23.8)	247 (36.0)	280 (20.6)	204 (27.8)	260 (20.5)
Reproduction								
CI (days)	286 (4.7)	210 (70.2)	317 (66.4)	296 (80.9)	344 (122.7)	250 (30.1)	301 (94.4)	287 (69.7)
DP (days)	148 (4.5)	125 (66.8)	193 (63.2)	176 (76.9)	217 (116.7)	124 (66.7)	138 (89.9)	106 (66.3)
AFC (days)	1315 (121.5)	1025 (84.1)	1582 (119.4)	1538 (121.2)	1452 (203.9)	1288 (90.9)	877 (462.8)	1440 (182.6)

J = Jersey; J₁WF₁ = Jersey x White Fulani F₁; J₃WF₁ = 3/4Jersey, 1/4WF; J₇WF₁ = 7/8Jersey, 1/8 WF;
H = Holstein; H₁RF₁ = Holstein x Red Fulani F₁; H₁G₁ = Holstein x Gudali F₁
MYLD = milk yield; AMP = annualized milk yield; LL = lactation length; CI = calving interval; DP = dry period; AFC = age at first calving

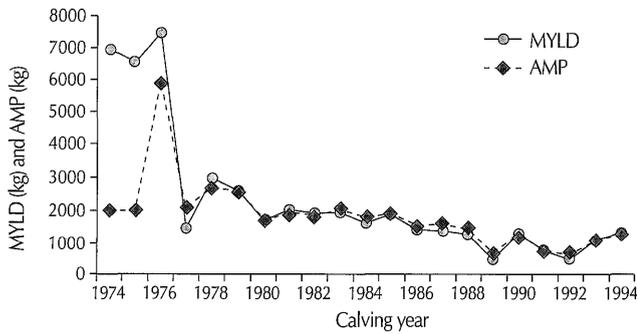


Figure 1: Yearly variation of least squares means for lactation and annualized milk yields. MYLD = milk yield; AMP = annualized milk yield.

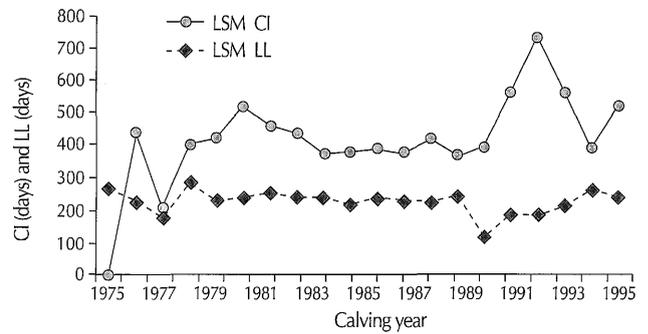


Figure 2: Yearly variation of the calving interval (CI) and lactation length (LL).

a series of fluctuations until 1988. The lowest value was obtained in 1989, followed by a constant rise until 1994.

Table V presents least squares means and standard errors for production and reproduction traits for all the cow genotypes studied. All the crosses except H₁G₁ and J₇WF₁ showed negative constants for LL (LL values less than the overall mean). The difference was -27 days, s.e. 0.2, for J₁WF₁, -33 days, s.e. 2.4, for H₁RF₁, and -13 days, s.e. 0.2, for J₃WF₁. Pure breeds presented LL equal to the overall mean value for J, and longer for H (+43 days s.e. 3.4). It was observed that LL was slightly longer for H₁G₁ than for J, but the difference was not significant.

In general, results from comparison between specific genotypes showed that H₁G₁ crosses produced more milk than H₁RF₁ (+353 kg, s.e. 53.4, P > 0.05), J₁WF₁ (+507 kg, s.e. 22.8, P < 0.01), J₃WF₁ (+339 kg, s.e. 27.7, P < 0.05), and J₇WF₁ (+83 kg, s.e. 4.2, P < 0.05).

Cow reproduction traits

Results of least squares analysis of variance for cow reproductive traits are presented in Table IV, and contrasts between cow genotypes are presented in Table VI. The genotype did not represent a significant source of variation for DP (P > 0.05) and CI (P > 0.05), but it affected AFC (P < 0.01). The calving season (CS) did not significantly (P > 0.05) affect any trait. However, CY significantly affected DP (P < 0.01), CI (P < 0.05) and AFC (P < 0.001). Parity (P) and AGE did not influence reproductive traits (P > 0.05), but affected MYLD (P < 0.05 and P < 0.01, respectively).

Interannual fluctuations of CI and LL are presented in Figure 2. From 1976 to 1980, there was averagely an increase in CI, then followed a decrease up to 1989, and then an increase up to 1991. CI values were high from ages four to seven. The lowest CI was observed at age three (205.9 days, s.e. 182.8, for Jerseys).

Table VI

Results of the contrasts between genotypes

N°	Contrasts	Traits					
		MYLD	LL	AMP	DP	CI	AFC
1	J ₁ WF ₁ vs J ₃ WF ₁	-	**	-	-	-	-
2	J ₁ WF ₁ vs J ₇ WF ₁	-	-	-	-	-	-
3	J ₃ WF ₁ vs J ₇ WF ₁	-	-	-	-	-	-
4	J ₁ WF ₁ vs H ₁ RF ₁	**	-	**	-	-	-
5	J ₁ WF ₁ vs H ₁ G ₁	**	**	**	σ	-	-
6	J ₃ WF ₁ vs H ₁ RF ₁	σ	-	**	-	-	-
7	J ₃ WF ₁ vs H ₁ G ₁	**	-	***	-	-	-
8	J ₇ WF ₁ vs H ₁ RF ₁	-	-	-	-	-	-
9	J ₇ WF ₁ vs H ₁ G ₁	-	-	-	-	-	-
10	H ₁ RF ₁ vs H ₁ G ₁	-	*	-	-	-	-

J₁WF₁ = Jersey x White Fulani F₁; J₃WF₁ = 3/4Jersey, 1/4WF; J₇WF₁ = 7/8Jersey, 1/8 WF; H₁RF₁ = Holstein x Red Fulani F₁; H₁G₁ = Holstein x Gudali F₁

MYLD = milk yield; LL = lactation length; AMP = annualized milk yield; DP = dry period; CI = calving interval; AFC = age at first calving

*** Very highly significant (P < 0.001); ** Highly significant (P < 0.01); * Significant (P < 0.05); σ Value of P close to significance (P~0.05); - Non significant.

DP variation was not consistent with the age of the cow at calving. Results showed that AFC of cows born in the rainy season was 105 days, s.e. 25.6, shorter than those of cows born in the dry season (962 days, s.e. 311.6, vs 1067 days, s.e. 372.3, respectively; $P < 0.05$).

Least squares means for cow production traits (Table V) showed that J_1WF_1 , J_3WF_1 , J_7WF_1 and H_1RF_1 crosses calved later than H_1G_1 crosses (+30 days, s.e. 7.2, $P < 0.05$; +9 days, s.e. 1.3, $P > 0.05$; 57 days, s.e. 22.8, $P > 0.05$; +14 days, s.e. 9.7, $P > 0.05$; respectively).

Jersey and Holstein purebreds had shorter AFC than their respective crosses (except for H_1RF_1). Elsewhere, Jersey crosses showed a decrease in AFC concomitant with an increase in exotic blood level. However, differences between CI values for different genotypes were not significant ($P > 0.05$).

DISCUSSION

Fixed effects

Many authors in previous studies on dairy cattle (14, 15, 18, 20, 34, 40, 44) reported significant effects of CY on MYLD, LL, AMP and CI. These observations are confirmed in this study. Interannual variations in milk production have been attributed to fluctuations in feed (pastures) availability and quality through the seasons (6). On the other hand, the variations have been attributed to the variation in the genetic structure of the herd from one year to another (40). This might have been the case in the present study as purebreds were gradually replaced by crosses. In addition, these changes may be associated with changes in temperature and relative humidity. Over the twenty-year period, temperatures increased while rainfall dropped due to the phenomenon of climate change (2). These two environmental factors have been shown to have a negative effect on milk production, particularly in genotypes with minimal zebu breeding in the tropics (3), and to indirectly affect pasture quality (32) and digestibility (6).

The fluctuations in milk production could also be associated with changes in the quality and availability of concentrate supplements and maize silages offered to lactating cows over the years (40). Differential responses to heat stress in exotic genotypes, and their variable susceptibility to various diseases under similar conditions have been reported (21, 22, 23). Heat stress and diseases, coupled with untimely and infrequent interventions in some years, may have contributed to the observed trends in milk performance (40). A component of the observed trends may have originated from variations in the genetic quality of imported semen over the years (24). However, the initial factors determining the genetic quality of imported semen were the cost the Institute had to bear, the availability of funds, and the origin of semen (mainly France and the USA). In addition, from 1974 to 1988, the number of Jerseys and Holsteins usually peaked with fresh imports, but decreased progressively thereafter, resulting from high mortalities due to adaptability problems. By 1989, exotic purebreds were all replaced by their crosses (Figure 3).

The month of calving did not have a significant effect on AMP, and no significant effect of the season of calving was observed on MYLD. This indicates that the dry and rainy season feed supplementation policies on the station were efficient, thus no particular month was recommended for calving. On the contrary, the year of calving significantly influenced ($P < 0.001$) all the traits except AFC. This result is concordant with that of Thorpe et al. (44) for AFC with crosses in Kenya, but it is contrary to those of Tawah et al. (40) in Wakwa. In the present study, and contrary

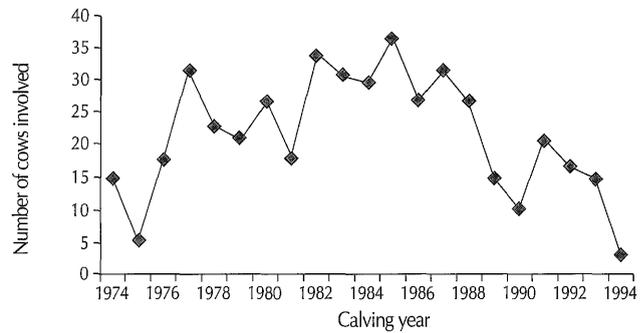


Figure 3: Yearly variation of dairy cows totals.

to the findings of other authors (34, 40, 44) for CI and AMP, P did not influence any of the production and reproduction traits, except MYLD. This could suggest that environmental conditions such as the climate on the Cameroon western highlands favored a better expression of certain potentials compared to other zones of studies (e.g. Wakwa).

Genetic effects

As previously observed (36), most published studies on crossbreeding between taurin (*Bos taurus*) and zebu (*Bos indicus*) in the tropics have so far been limited to some isolated exotic breeds. This study, like that of Tawah et al. (40) in Wakwa and Kamga et al. (14) in Bambui, involved a minimum of two exotic breeds (Holstein-Friesian and Jersey) and three local breeds (White Fulani, Red Fulani and Gudali), all of them studied simultaneously under the same environmental conditions. Furthermore, in this study Holstein-Friesian was crossed with two local breeds (Gudali and Red Fulani), as opposed to the study in Wakwa. Among crossbreds, H_1G_1 performed better than H_1RF_1 and J_1WF_1 for MYLD, AMP, CI and DP (Table III). This occurred with a mean parity per cow of 5.1 for Holstein, largely above the overall mean of 3.96 (Table V). This finding is of great importance to local dairy production. It was observed that F_1 crosses performed better for MYLD, AMP and AFC in this study than in that of Tawah et al. (40), and it confirmed the report of Negussie et al. (33) and the conclusion of McDowell (25) on different studies in the tropics. On the contrary, the CI of 287 days was shorter than that of 384 days reported by Tawah et al. (40), and much better than the 437 days reported by McDowell (25).

The degree of superiority of the crosses is related to their environment. Meanwhile, the phenotype is the expression of the genotype as influenced by the environment (14, 25). All of this may explain the superiority of the overall performance of crossbreds in this study compared to that of crossbreds from other zebus of low dairy potentials such as Arsi and Sinhala reported elsewhere (5, 16, 36, 37, 39, 40). The performance of crosses in Bambui, which included White Fulani crosses, though it is considered as a low dairy potential zebu breed, is rather comparable with the performance of crosses obtained from crossbreeding *Bos taurus* dairy breeds with high dairy potential zebu breeds such as Gir, Guzerat, Sahiwal and Tharparkar (1, 4, 19, 44). While environmental variations may explain some of the differences between the present study and the reports mentioned above, additive breed differences (dairy) between the *Bos indicus* cattle used may also play a role (18, 34). This explains the hypothesis that the difference in performance between crosses depends on the previous selection history of the dam genotype.

Thus, the superiority of WF crosses observed in this study, with an overall MYLD mean greater than those reported in the literature, suggests differences in the genetic structure of the various populations concerned.

Results on F_1 crosses in this study, as already reported in most crossbreeding studies, confirmed their consistently better ranking in all the traits (5, 14, 25, 33, 37, 39, 40). This is due to the positive heterotic effect or hybrid vigor, which results from a high heterozygosity (100%). H_1G_1 in this study were 1.2 time (1827 kg vs 1554 kg) better than elsewhere (40) for MYLD and 1.05 time (1634 kg vs 1555 kg) better for AMP. Similarly, Holstein-Friesian performed better in Bambui than in Wakwa, with the overall MYLD mean in Bambui 1.6 time (3360 kg vs 2626 kg) better than the one in Wakwa. This result suggests a genotype-environment interaction. Another explanation could be that the quality of imported semen used in artificial insemination in Bambui was of a higher genetic grade than the one used in Wakwa, since they were not acquired from the same sources (USA for Bambui, France for Wakwa). The performance of the various genotypes in this study, despite the fluctuations observed presented interesting results consistent with results obtained elsewhere (5, 34, 37). The Holstein crosses (H_1G_1 , H_1RF_1) were better than J_1WF_1 in this study in contrast to other reports (33) where Jersey crosses (Jersey x Boran F_1) were best. The main explanation for the apparent reversal in ranks lies in the fact that the dam breeds were different. The progressive improvement of Jersey crosses performance with increasing exotic blood level (J_1WF_1 , J_3WF_1 and J_7WF_1) for MYLD, AMP, LL and CI is comparable to results obtained elsewhere (40), but contrasts with Ethiopian results (33). The results show that the dairy performance of J_7WF_1 crosses was comparable to those of J when considered in the same environmental conditions. The mean lactation number per cow for J_3WF_1 and J_7WF_1 was less than the overall mean (2-3 vs 4; Table II). This suggests a dairy production life span relatively shorter for cows with high exotic blood levels under the conditions of this study although the number of records on J_7WF_1 was not sufficient to draw definitive conclusions.

Previous studies on reproduction traits in Holstein, Jersey and their crosses with local breeds at Bambui showed mortality rates of 12.7% for Holstein, 8.9% for Jersey, 6.6% for Holstein crosses and 5.8% for Jersey crosses (13). Calving rates for these genotypes were 75.4, 79.5, 83.2 and 78.8%, respectively (13). These reproduction traits cited above coupled with other studies (14) show good adaptability of crosses on the WHL. The overall improvement of milk production of crossbred dairy cattle in Bambui was as follows: 2.6 times for J_1WF_1 vs WF, 2.9 times for J_3WF_1 vs WF, 3.4 times for J_7WF_1 vs WF, 4.3 times for H_1RF_1 vs RF, and 3.7 times for H_1G_1 vs G (24). These results indicate the inadequacy of the local White Fulani, Red Fulani and Gudali as dairy animals.

■ CONCLUSION

Results on F_1 crosses developed in the Cameroon's western high plateau showed that H_1G_1 , H_1RF_1 , J_3WF_1 and J_7WF_1 were superior to J_1WF_1 for milk production. Jersey backcrosses (J_3WF_1 and J_7WF_1) showed good milking potentials, but their relative short milking life span (< 3 years) appeared to be a handicap. The improvement of milk production of Jersey crosses due to increasing exotic blood levels was obvious. H_1G_1 crosses were the best for almost all production and reproduction traits, thus positioning Gudali as the best or better local dam breed among those studied.

Acknowledgments

The authors thank Dr Christopher Ndi, former Chief of IRAD Bambui Centre for his support, Mr and Mrs Imele for all the commodities at Bambui during fieldwork, all the workers of Bambui dairy section for their devotion, and Dr Lawrence Tawah Chi for his advice and documentation. They also thank Dr Jacob Ayuk Takem, IRAD General Manager, and Dr Jean Daniel Ngou Ngoupayou, IRAD Scientific Director, for their support and for authorizing publication of these results.

REFERENCES

- ALEXANDER G.I., REASON G.K., CLARK C.N., 1984. The development of the Australian Friesian Sahiwal - a tick resistant dairy beef. *World Anim. Rev.*, **51**: 27-34.
- AYONGHE S.N., 1999. Statistical analysis of Palaeo climatic changes in Cameroon and projections into the 21st century: Causes of observed trends and predictable effects on biodiversity within the Central African region. In: Nkwi P.N., Mbah D.A. Eds, Conserving and managing biodiversity in Central Africa: Global challenges and local solutions. Yaounde, Cameroon, Cameroon Academy of Sciences. (Publication No 1)
- BODERO J., REASON G.K., 1998. The effect of temperature and humidity on dairy milk production and milk composition for four breeds of dairy cattle at Darwin. *Queensland J. agric. Anim. Sci.*, **45**: 27-34.
- BUVANENDRAN V., MAHADEVAN P., 1975. Crossbreeding for milk production in Sri Lanka. *World Anim. Rev.*, **15**: 7-13.
- BUVANENDRAN V., OLAYIWOLE M.B., PIOTROWSKA K.I., OYEJOLA B.A., 1981. A comparison of milk production traits in Friesian White Fulani crossbred cattle. *Anim. Prod.*, **32**: 165-170.
- COWAN R.T., MOS R.J., KERR D.V., 2001. Northern dairy feedbase 2001. 2. Summer feeding systems. *Trop. Grassl.*, **27**: 150-161.
- CR-IRAD, 1998. Rapport du diagnostic participatif dans la zone agro-écologique des hauts-plateaux de l'Ouest. Bambui, Cameroon, IRAD, p. 1-10.
- CUNNINGHAM E.P., SYRSTRAD O., 1987. Crossbreeding *Bos indicus* and *Bos taurus* for milk production and Health. Rome, Italy, FAO, 90 p.
- EKUE N.F., TANYA V.N., NDI C., 1990. Foot and mouth disease in Cameroon. *Trop. Anim. Health Prod.*, **22**: 34-36.
- IBEAUCHI J.A., 1988. Persistency of milk production in F_1 Friesian White Fulani cattle in a tropical environment. *Bull. Anim. Health Prod. Afr.*, **33**: 215-219.
- ILRI, 1999. An ex post economic assessment of planted forages in West Africa. Nairobi, Kenya, ILRI. (Impact Assessment Series)
- IRZ, 1985-1986. Annual report. Summary of research results. Yaounde, Cameroon, Institute of Animal Research, p. 12-19.
- IRZ, 1987. Summary of research results. Bambui, Cameroon, Animal Research Station, p. 27-38.
- KAMGA P., MBANYA J.N., AWAH N.R., MBOUHOU Y., MANJELI Y., NGUEMDJOM A., KAMGA P.B., NJWE R.M., BAYEMI P.H.D., NDI C., IMELE H., KAMENI A., 2001. Effets de la saison de vêlage et de quelques paramètres zootechniques sur la production laitière dans les hauts plateaux de l'ouest du Cameroun. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **54**: 55-61.
- KHATTAB A.S., ATIL H., 1999. Genetic study of fertility traits and production in local born Friesian cattle in Egypt. *Pak. J. Biol. Sci.*, **5**: 1178-1183.

16. KUWIWA G.H., TRAIL J.C.M., KURTU M.Y., WORKU G., ADERSON F.M., DURKIN J., 1983. Crossbred dairy cattle production in Arsi Region, Ethiopia. Addis-Ababa, Ethiopia, ILCA. (Reserach Report No 11)
17. LHOSTE P., PIERSON J., 1976. Annual Report 1975-1976. Wakwa, Cameroon, Animal Research Centre, p. 19-24.
18. MACKINON M.J., THORPE W., BAKER R.L., 1996. Sources of genetic variation for milk production in a crossbred herd in the tropics. *Anim. Sci.*, **62**: 5-16.
19. MADALENA F.E., FRIESTAS A.F., MARTINEZ M.L., 1978. Comparative evaluation of milk production in Holstein-Friesian and Holstein-Friesian x Gir cows. In: Proc. IVth World Conference on Animal Production, Buenos Aires, Argentina, 20-26 August 1978, Vol II, p. 650-658.
20. MANDAKMALE L.D., KALE K.M., 1990. Factors affecting milk production performance of Gir Halfbreds and their second generation crosses with exotic dairy breeds. *India J. Anim. Sci.*, **60**: 730-731.
21. MBAH D.A., 1982. Mortality due to rickettsia, trypanosomiasis, piroplasmosis and streptothricosis among six genetic groups of cattle at Wakwa. *Sci. Tech. Rev.*, **2**: 81-88.
22. MBAH D.A., 1982. Adaptation of dairy cattle to Wakwa (Adamawa) environment. I. Resistance to ticks. *Sci. Tech. Rev.*, **2**: 101-106.
23. MBAH D.A., 1984. Adaptation of dairy cattle to Wakwa (Adamawa) environment. II. Susceptibility to heat stress. *Sci. Tech. Rev., Agron. Sci. Ser.*, **1**: 125-131.
24. MBAH D.A., MBANYA J.N., MESSINE O., 1987. Performance of Holsteins, Jerseys and their zebu crosses in Cameroon: Preliminary results. *Sci. Tech. Rev., Agron. Sci. Ser.*, **3**: 125-131.
25. MCDOWELL R.L., 1985. Crossbreeding in tropical areas with emphasis on milk health and fitness. *J. Dairy Sci.*, **68**: 2418-2435.
26. MINEFI/DSCN, 1999. Rapport annuel de la direction de la Statistique et de la comptabilité nationale. Paris, France, Minefi.
27. MINEPIA, 1995. Etude du secteur Elevage. Yaoundé, Cameroun, ministère de l'Elevage et des industries animales.
28. MINPAT, 1986. Les importations au Cameroun. Yaoundé, Cameroun, ministère du Plan et de l'aménagement du Territoire.
29. MUNJI M.T., 1973. Dairy production. In: Annual Report, 1972/1973. Bambui, Cameroon, Animal Research Centre.
30. NDI C., BAYEMI P.H., EKUE N.F., TAROUNGA B., 1991. Preliminary observations in ticks and tick-borne diseases in the North West Province of Cameroon. I. Babesiosis and anaplasmosis. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **44**: 263-265.
31. NDI C., EKUE N.F., TANYA V.N., SALIKI J.T., 1987. A preliminary study on skin disease in cattle at Wakwa, Cameroon. *Sci. Tech. Rev., Agron. Sci. Ser.*, **3**: 127-134.
32. NDIKUM MOFFOR F.M., YONKEU S., TAWAH C.L., MBAH D.A., PAMO E.T., 1994. Mineral and crude protein content of natural pastures on Adamawa Highlands, Cameroon. *Discovery Innovation*, **6**: 184-188.
33. NEGUSSIE E., BRANNANG E., ROTTMAN O.J., 2000. Reproductive performance and herd life of dairy cattle with different levels of Ethiopia. In: Proc. Ethiopian Society of Animal Production, Livestock production and the environment implication for sustainable livelihoods, p. 65-76.
34. REGE J.E.D., ABOAGYE G.S., AKAH S., AHUNU B.K., 1994. Crossbreeding Jersey with Ghana Shorthorn and Sokoto, Gudali cattle in a tropical environment: Additive and heterotic effects for milk production, reproduction and calf growth traits. *Anim. Prod.*, **59**: 21-29.
35. SAS/STAT, 1997. Guide for personal computer, Vers. 6.12. Gary, NC, USA, SAS Institute.
36. SYRSTRAD O., 1989. Dairy cattle breeding in the tropics: Performance of secondary crossbred populations. *Livest. Prod. Sci.*, **23**: 97-106.
37. SYRSTRAD O., 1990. Dairy cattle breeding in the tropics: The importance of genotype-environment interaction. *Livest. Prod. Sci.*, **24**: 108-118.
38. TANYA V.N., EKUE N.F., SALIKI J.T., NDI C., 1986. Antibody response of cattle following simultaneous vaccination against rinderpest and contagious bovine pleuropneumonia. *Sci. Tech. Rev., Agron. Sci. Ser.*, **2**: 93-95.
39. TAWAH C.L., MAHAMED-KURTU Y., REGE J.E.D., ALEMAYEHU N., SHIBRE M., 1995. Lactation performance of purebred Arsi and Friesian x Arsi crosses under prepartum and postpartum supplementary feeding regimes in Ethiopia. In: Proc. 3rd National Conference of the Ethiopian Society of Animal Production, Addis Ababa, Ethiopia, 27-29 April 1995, p. 266-281.
40. TAWAH C.L., MBAH D.A., MESSINE O., ENOH M.B., TANYA V.N., 1999. Crossbreeding cattle for dairy production in the Tropics: Effects of genetic and environmental factors on performance of improved genotypes on the Cameroon Highlands (Adamawa). *Anim. Sci.*, **69**: 59-68.
41. TCHOUA F., 1981. In : L'encyclopédie de la République du Cameroun, ministère de l'Information et de la culture, p. 63-73.
42. TCHOUMBOUE J., JOUSSET M.M., 1982. Acclimatization trials using Brown Swiss dairy cows at the experimental farm of the National School of Agronomy in Nkolbisson (Cameroon). *Sci. Tech. Rev.*, **2**: 107-115.
43. TEUSCHER T., BAHM A., SALAH J.N.S., 1992. Livestock research development and policy Cameroon: Analysis and reform proposals. Report. Yaounde, Cameroon, IRZV/GTZ.
44. THORPE W., MORRIS C.A., KANRG'ETHE P., 1994. Crossbreeding Ayrshire, Brown Swiss and Sahiwal cattle for annual and lifetime milk yield in the low and tropics of Kenya. *J. Dairy Sci.*, **77**: 2415-2422.
45. VON MASSOW V.H., 1986. Dairy imports into sub-saharan Africa development and policies. Addis Ababa, Ethiopia, ILCA. (LPV working paper No 4)

Reçu le 25.08.2003, accepté le 22.01.2004

Résumé

Djoko T.D., Mbah D.A., Mbanya J.N., Kamga P., Awah N.R., Bopelet M. Croisement des bovins pour la production laitière sous les tropiques : effets des facteurs génétiques et environnementaux sur les performances des génotypes améliorés des hauts-plateaux de l'Ouest Cameroun

Trois cent soixante-quatre données sur la production laitière, obtenues à partir de 540 lactations assurées par 145 vaches, élevées au Centre régional de recherche agricole pour le développement de Bambui, dans les hauts-plateaux de l'Ouest Cameroun, et ayant vélé entre 1974 et 1994, ont été analysées afin de rechercher les effets du génotype et de l'environnement sur les traits de production et de reproduction. Les génotypes bovins concernés ont été les suivants : Holstein-Frison (H), Jersiais (J), Holstein-Red Fulani F_1 (H_1RF_1), Holstein-Goudali F_1 (H_1G_1), Jersiais-White Fulani F_1 (J_1WF_1) et les croisements de retour Jersiais-White Fulani (J_3WF_1 , J_7WF_1). Les effets du génotype, de la saison, de l'année de vêlage, de la parité et de l'âge à la première mise bas (APM) ont été analysés. Le rendement laitier (RL), la durée de lactation (DL), la production laitière annualisée (PLA), l'intervalle entre vêlages (IV) et la période sèche (PS) ont aussi été étudiés. Les génotypes F_1 (H_1G_1 , J_1WF_1 , H_1RF_1) et les croisements de retour (J_3WF_1 , J_7WF_1) ont été comparés. Les génotypes H_1G_1 ont été supérieurs aux génotypes H_1RF_1 et J_1WF_1 pour les traits RL, PLA, DL, IV et PS. De même pour APM, les H_1G_1 ont été supérieurs aux J_1WF_1 , J_3WF_1 et J_7WF_1 , mais ils ont été inférieurs aux H_1RF_1 . Les croisements de retour Jersiais ont été supérieurs aux Jersiais F_1 . Les génotypes F_1 ont amélioré le rendement laitier des races locales de 2,6 (J_1WF_1 vs WF) à 4,3 fois (H_1RF_1 vs RF). Parmi les génotypes F_1 , les H_1G_1 ont été les meilleurs.

Mots-clés : Bovin – Croisement – Production laitière – Facteur de rendement – Tropiques – Cameroun.

Resumen

Djoko T.D., Mbah D.A., Mbanya J.N., Kamga P., Awah N.R., Bopelet M. Cruces de ganado para la producción láctea en los trópicos: efectos de los factores genéticos y ambientales en el rendimiento de los genotipos mejorados en las mesetas altas de Camerún del Oeste

Trescientos sesenta y cuatro registros de producción láctea obtenidos a partir de 540 lactaciones de 145 vacas, las cuales parieron entre 1974 y 1994 en el Centro de Investigación Agrícola para el Desarrollo de Bambui, en las tierras altas del oeste de Camerún, se analizaron para los efectos del genotipo y el medio ambiente sobre los rasgos de producción de leche y la reproducción. Los genotipos de las vacas fueron Holstein-Friesian (H), Jersey (J), Holstein-rojo Fulani F_1 (H_1RF_1), Holstein-Gudali F_1 (H_1G_1), Jersey-blanco Fulani F_1 (J_1WF_1) y Jersey-blanco Fulani cruces repetidos (J_3WF_1 , J_7WF_1). Se analizaron los efectos del genotipo, estación y año de parto, número de parto y edad al primer parto (AFC). También fue analizado el rendimiento de lactación de leche (MYLD), la duración de la lactación (LL), la producción de leche anual (AMP), el intervalo entre partos (CI) y el periodo seco (DP). Se compararon los cruces F_1 (H_1G_1 , J_1WF_1 , H_1RF_1) y los cruces repetidos (J_3WF_1 , J_7WF_1). H_1G_1 fueron superiores a H_1RF_1 , J_1WF_1 y J_3WF_1 , con respecto a MYLD, AMP, LL, CI, y DP. Para AFC, H_1G_1 fue superior a J_1WF_1 , J_3WF_1 , J_7WF_1 pero inferior a H_1RF_1 . Los cruces repetidos de Jersey fueron superiores a Jersey F_1 . La producción de leche de los cruces F_1 varió de 2,6 veces (J_1WF_1 vs. WF) a 4,3 veces (H_1RF_1 vs. RF) del rendimiento de las razas locales. Entre los cruces F_1 , H_1G_1 fue el mejor.

Palabras clave: Ganado bovino – Cruzamiento – Producción lechera – Factor de rendimiento – Trópicos – Camerún.

Enjeux et contraintes de l'élevage urbain et périurbain des petits ruminants à Maradi au Niger : quel avenir ?

L. Ali¹ P. Van den Bossche² E. Thys^{2*}

Mots-clés

Ovin – Caprin – Elevage – Environnement urbain – Zone périurbaine – Environnement socio-économique – Maradi – Niger.

Résumé

Une étude a été menée à Maradi (Niger) pour déterminer les caractéristiques socio-économiques et les contraintes techniques de l'élevage urbain et périurbain de petits ruminants. Elle a montré que 60,9 p. 100 des ménages urbains et 81,1 p. 100 des ménages périurbains pratiquaient cet élevage. L'insécurité alimentaire dans les ménages, les vols, le manque d'intérêt et l'aspect contraignant de l'activité ont été les raisons évoquées par ceux qui ne le pratiquaient pas. Les chefs de ménages pratiquant l'élevage étaient en majorité des agro-éleveurs non scolarisés et âgés de plus de 40 ans. Ce type d'élevage était surtout recherché pour la sécurité qu'il représentait (45,5 p. 100 en zone urbaine et 61,7 p. 100 en zone périurbaine) et pour son utilité lors d'événements socioreligieux (43,2 p. 100 en zone urbaine et 31,6 p. 100 en zone périurbaine). Trois types de troupeaux ont été observés (ovins, caprins et mixtes), avec moins de troupeaux ovins en zone périurbaine. Le type de troupeau était principalement déterminé par sa fonction sociale pour le ménage. La stabulation permanente durant toute l'année a été le mode de conduite le plus répandu en zone urbaine (50,4 p. 100), tandis qu'en zone périurbaine, la stabulation et le gardiennage pouvaient être combinés. La divagation était aussi courante, notamment en saison sèche, et concernait surtout les caprins. Le coût élevé des aliments et leur rareté ont constitué les principales contraintes alimentaires, notamment en période de soudure. L'exploitation des animaux a été dominée par la vente des animaux sur pied (50 et 63,4 p. 100 des effectifs, respectivement en zone urbaine et en zone périurbaine) et l'autoconsommation (24,1 et 15,5 p. 100 des effectifs, respectivement en zone urbaine et en zone périurbaine). Le maintien de ce type d'élevage socialement important dépend d'actions visant à tenir compte des contraintes citadines.

■ INTRODUCTION

En Afrique, l'élevage urbain et périurbain, en général, et celui des petits ruminants, en particulier, forment une composante non négligeable d'un système complexe de sécurité alimentaire et financière (25). Pour beaucoup de ménages, c'est, en effet, une stratégie de survie non négligeable face à une paupérisation et à une dégradation de la sécurité alimentaire, liées à une croissance démographique urbaine très importante (1, 12). Cette stratégie présente des avantages qui découlent, entre autres, de son importance

socioculturelle, du cycle court de reproduction, de la petite taille des animaux et de la proximité, en milieu urbain, des services vétérinaires, des unités agro-industrielles et des marchés (4, 22). Cependant, ces avantages sont progressivement réduits par la pression que la ville exerce sur les ressources naturelles, dont le foncier, et par les règles de vie en milieu urbain. En Afrique, ce type d'élevage est actuellement bien documenté, comme c'est le cas, par exemple, pour la ville de Maroua au Cameroun (7, 22), de Dakar au Sénégal (11), de Lomé et de Sokodé au Togo (9), de Bobo-Dioulasso au Burkina Faso (21) et de Brazzaville en République de Congo (10). En revanche, au Niger, aucune étude similaire en zone urbaine et périurbaine n'avait encore été réalisée jusqu'à présent. La ville de Maradi, en particulier, apparaît comme un centre intéressant à étudier : de taille moyenne, située dans une zone de concentration d'agro-éleveurs, elle possède plusieurs infrastructures d'élevage, dont un centre de recherche agronomique, un abattoir frigorifique et un centre de multiplication de la chèvre locale, appelée chèvre Rousse de Maradi.

1. Direction régionale des ressources animales, BP 107, Maradi, République du Niger

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

* Auteur pour la correspondance

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

Face à l'urbanisation grandissante, il a donc paru intéressant pour l'éleveur, les pouvoirs publics et les chercheurs de s'interroger sur l'interaction entre la ville et cette activité. C'est dans cette optique que s'est inscrite la présente étude qui a eu pour but d'identifier et d'analyser les aspects socio-économiques et zootechniques de l'élevage ovin et caprin en milieu urbain à Maradi, et de comparer ces éléments avec la situation en périphérie (milieu périurbain).

■ MATERIEL ET METHODES

Localisation de l'étude

L'étude s'est déroulée à Maradi (figure 1), située dans la partie sud et centrale du Niger à environ 660 km à l'Est de Niamey et à 50 km de la frontière avec le Nigeria. La ville s'étend sur près de 6 km dans le sens nord-sud et est divisée en 17 quartiers qui couvrent un territoire de près de 89 km². De 1988 à ce jour, Maradi a connu un accroissement très rapide du fait de la crise de l'économie arachidière qui a provoqué un exode rural massif faisant passer la population de 113 535 à 214 856 habitants, soit une croissance annuelle de 6,6 p. 100 (5). Le peuplement est caractérisé par une diversité ethnique dominée par les Haoussas. Ceux-ci sont essentiellement agriculteurs et la plupart pratiquent le commerce. La religion dominante pour toutes les ethnies est l'Islam (5). Hormis les zones de culture (champs de mil, sorgho, niébé et arachide), la ville est entourée d'un pâturage naturel dont la strate herbacée est essentiellement composée de graminées annuelles (24).

La zone de la présente étude est constituée des dix-sept quartiers formant la ville et de la zone périurbaine formée par les villages satellites situés dans un rayon de 5 km autour de Maradi. Suivant un gradient ouest-est qui détermine l'évolution de

l'extension de la ville dans le temps, la zone urbaine a été divisée en trois strates :

- la strate I, formée d'anciens quartiers qui ont vu le jour depuis la création de la ville. Ce sont les quartiers les plus peuplés et les plus denses avec plus de 300 habitants à l'hectare ;
- la strate II, formée des quartiers lotis depuis 1970. Ils ont une structure plus aérée et moins d'habitants à l'hectare ;
- la strate III, formée des quartiers dont le lotissement date de 1976 à ce jour. L'occupation du sol est relativement contrôlée et le nombre d'habitants à l'hectare est très faible.

Les villages satellites de la zone périurbaine sont des établissements paysans que la ville risque d'englober dans son développement spatial. Leurs activités, aussi bien économiques que culturelles, sont tributaires de ce voisinage avec la ville.

Méthode d'enquête

Une enquête transversale a été associée à une enquête rétrospective sur base d'un questionnaire préalablement validé sur un groupe de ménages distinct de l'échantillon de l'enquête. L'unité statistique a été représentée par le ménage ordinaire qui, dans le contexte nigérien, est défini comme un ensemble de personnes apparentées ou non qui vivent habituellement dans un même logement, partagent le repas préparé sur le même feu, gèrent en commun tout ou une partie de leurs ressources et reconnaissent l'autorité d'une même personne appelée chef de ménage (3).

La sélection des ménages à enquêter a été réalisée par la méthode d'échantillonnage systématique sur la base d'une liste alphabétique des chefs de ménage établie par les auteurs à partir du recensement administratif de l'année 2000, constitué par l'ensemble des

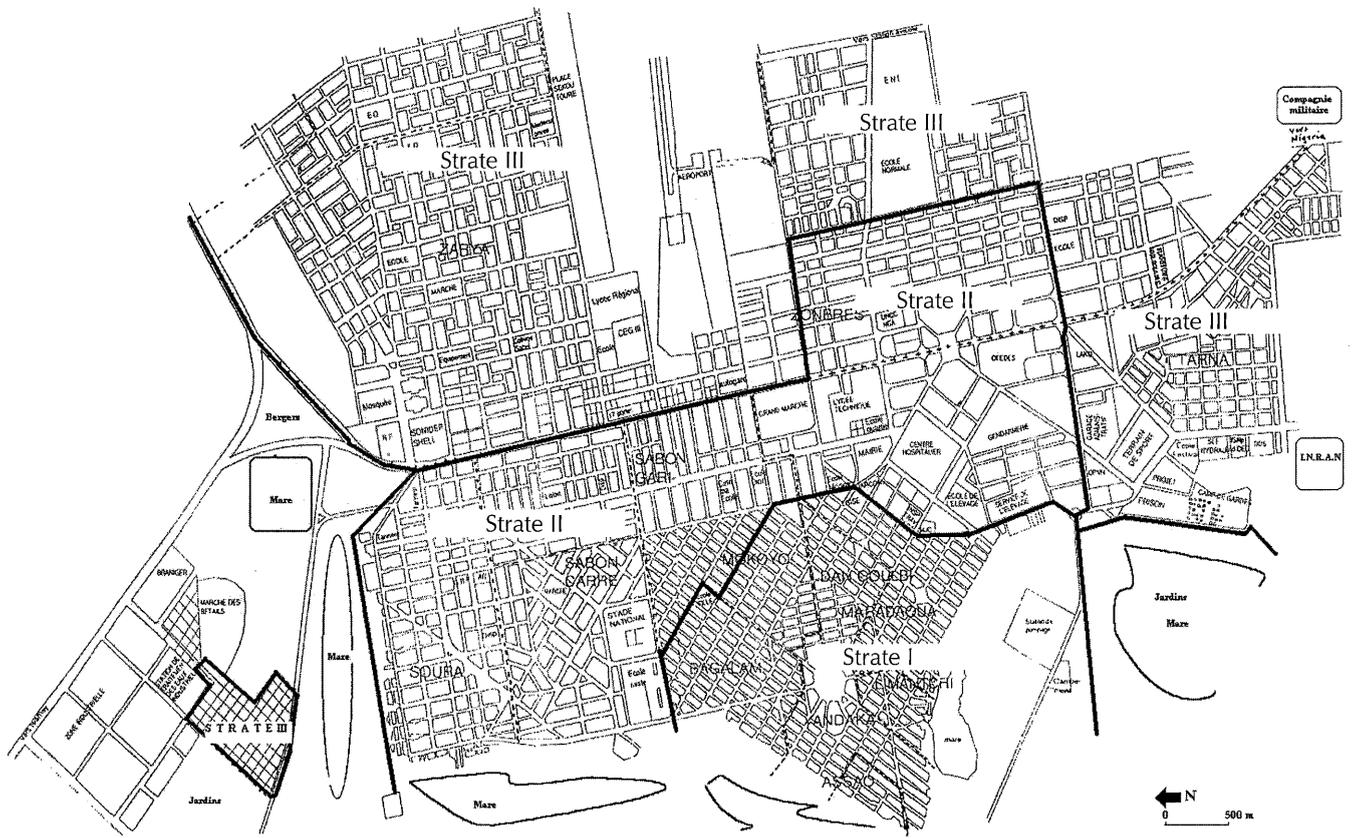


Figure 1: plan de la ville de Maradi (source: D. Lawali, département de géographie, UAM-Niamey). Strate I : quartiers historiques ; strate II : lotissement de 1970 ; strate III : lotissement récent.

22 997 ménages urbains et périurbains. Lorsque le ménage sélectionné déclarait pratiquer l'élevage des petits ruminants et résider au moins depuis cinq ans dans sa localité ou son quartier, le questionnaire complet était appliqué. Sinon, il était remplacé par celui se trouvant dans son voisinage immédiat (à droite, à gauche ou en face), dès lors qu'il pratiquait l'élevage des petits ruminants. Les ménages sélectionnés qui ne répondaient pas à ces critères étaient interrogés sur les raisons de non-pratique et/ou d'abandon de ce type d'élevage. L'enquête sur le terrain s'est déroulée du 27 décembre 2001 au 25 mars 2002. Les questions rétrospectives ont porté sur une période d'un an à partir de la date de l'enquête.

Analyse statistique

Le test de Chi carré, la régression logistique et la régression multinomiale ont été réalisés à l'aide du logiciel Stata (19). Les comparaisons ont été faites entre les zones et, si nécessaire, entre les strates.

Le logiciel Cart (Classification and Regression Tree Analysis) a été utilisé pour établir un arbre de classification avec comme variable dépendante « type de troupeau » et comme variables prédictives les variables sociologiques et économiques (tableaux I et II) « zone de résidence », « durée de résidence », « âge du chef

Tableau I
Caractéristiques socio-démographiques des ménages

Caractéristiques	Zone urbaine		Zone périurbaine		Total	
	Nb.	%	Nb.	%	Nb.	%
Ménages enquêtés						
CM ¹ pratiquant élev. PR ²	220	60,9	60	81,1	280	64,4
CM ne pratiquant pas élev. PR	141	39,1	14	18,9	155	35,6
Total	361	100	74	100	435	100
Catégories des CM ne pratiquant pas élev. PR						
Par abandon	63	44,7	8	57,1	71	45,8
Ne l'ont jamais pratiqué	78	55,3	6	42,9	84	54,2
Total	141	100	14	100	155	100
Durée de résidence des CM pratiquant élev. PR						
0 à 5 ans	2	0,9	0	0,0	2	0,7
5 à 10 ans	23	10,5	0	0,0	23	8,2
10 à 20 ans	59	26,8	10	16,7	69	24,7
20 ans et plus	136	61,8	50	83,3	186	66,4
Total	220	100	60	100	280	100
Age des CM pratiquant élev. PR						
19 à 40 ans	43	19,5	16	26,7	59	21,1
40 ans et plus	177	80,5	44	73,3	221	78,9
Total	220	100	60	100	280	100
Sexe des CM pratiquant élev. PR						
Masculin	198	90	57	95	255	91,1
Féminin	22	10	3	5	25	8,9
Total	220	100	60	100	280	100
Taille des ménages pratiquant élev. PR						
1 à 5 membres	63	28,6	12	20	75	26,8
5 à 10 membres	68	30,9	33	55	101	36,1
10 à 15 membres	51	23,2	8	13,3	59	21,0
15 à 20 membres	28	12,7	5	8,3	33	11,8
20 à plus	10	4,6	2	3,4	12	4,3
Total	220	100	60	100	280	100
Niveau d'instruction des CM pratiquant élev. PR						
Scolarisé	38	17,3	6	10	44	15,7
Non scolarisé	182	82,7	54	90	236	84,3
Total	220	100	60	100	280	100
Principales activités des CM pratiquant élev. PR						
Agriculture et élevage	120	54,5	53	88,3	173	61,8
Commerce	65	29,5	5	8,3	70	25,0
Activité manuelle	25	11,4	2	3,4	27	9,6
Fonctionnaire	5	2,3	0	0	5	1,8
Retraité	5	2,3	0	0	5	1,8
Total	220	100	60	100	280	100

¹ Chefs de ménages

² l'élevage des petits ruminants

Tableau II

Aspects socio-économiques de l'élevage des petits ruminants

Caractéristiques	Zone urbaine		Zone périurbaine		Total	
	Nb.	%	Nb.	%	Nb.	%
Rôle de l'élevage ¹						
Sécurité	100	45,5	37	61,7	137	48,9
Socioreligieux	95	43,2	19	31,6	114	40,7
Economique	11	5	3	5	14	5,1
Tradition	8	3,6	1	1,7	9	3,2
Subsistance	6	2,7	0	0	6	2,1
Total	220	100	60	100	280	100
Commercialisation ²						
Achat						
Ovins	106	86,2	13	65	119	83,2
Caprins	17	13,8	7	35	24	16,8
Total	123	100	20	100	143	100
Vente						
Ovins	173	38,9	68	34,7	241	37,6
Caprins	272	61,1	128	65,3	400	62,4
Total	445	100	196	100	641	100
Motif de vente ²						
Charges du ménage	128	79,5	36	83,7	164	80,4
Renouvellement du cheptel	29	18	6	14	35	17,1
Maladie	4	2,5	1	2,3	5	2,5
Total	161	100	43	100	204	100

¹ Nombre de ménages concernés² Nombre de ménages ayant acheté ou vendu pendant l'année de l'enquête

de ménage », « sexe du chef de ménage », « taille du ménage », « niveau d'instruction du chef de ménage », « activité principale du chef de ménage », « rôle de l'élevage » et « vente ». Le logiciel Cart est basé sur une méthode non paramétrique de segmentation dichotomique qui permet d'analyser les liens entre une variable choisie au préalable et d'autres variables. Les liens identifiés entre les données sont présentés sous la forme d'un organigramme, composé de nœuds intermédiaires et de nœuds terminaux (2, 20).

■ RESULTATS

Caractéristiques socio-démographiques de l'échantillon

Respectivement 361 et 74 ménages ont pu être interrogés en zone urbaine et en zone périurbaine et 60,9 p. 100 des ménages de zone urbaine pratiquaient l'élevage des petits ruminants contre 81,1 p. 100 en zone périurbaine. Il y avait donc moins de ménages « éleveurs » en zone urbaine qu'en zone périurbaine ($\chi^2 = 11,80$, $P < 0,00001$). Parmi ceux qui n'élevaient pas de petits ruminants se trouvaient ceux qui avaient abandonné la pratique et ceux qui n'avaient jamais élevé de petits ruminants. En zone urbaine, ceux qui n'avaient jamais pratiqué l'élevage des petits ruminants étaient plus nombreux que ceux qui avaient abandonné la pratique, alors qu'en zone périurbaine c'était l'inverse.

Aussi bien en zone urbaine que périurbaine, les chefs de ménages ayant délaissé l'élevage de petits ruminants ont cité, comme causes principales d'abandon, les besoins d'argent pour l'alimentation du

ménage (respectivement 28,6 et 37,5 p. 100) et les vols (37,5 et 50 p. 100), et venaient ensuite, comme causes secondaires en zone urbaine, les maladies animales (12,6 p. 100) et les difficultés à nourrir les animaux (12,6 p. 100). C'était principalement à cause d'un manque d'intérêt pour l'activité (35,9 p. 100 des répondants), de l'aspect contraignant de la pratique (25,6 p. 100) ou par manque de temps (18 p. 100) que les autres ménages urbains n'avaient jamais pratiqué l'élevage des petits ruminants.

Au moment de l'enquête, la majorité des chefs de ménages des deux zones étaient dans leur lieu de résidence depuis plus de 20 ans. La majorité des chefs de ménage pratiquant l'élevage avait plus de 40 ans et l'âge moyen était de 51 ± 14 ans en zone urbaine et de $56 \pm 15,7$ ans en zone périurbaine. La majorité des chefs de ménage possédant des ovins ou des caprins étaient des hommes. La taille moyenne des ménages était de $9,9 \pm 5,7$ en zone urbaine et de $9,1 \pm 5,7$ en zone périurbaine. Le mode était de 5 à 10 personnes dans le ménage, aussi bien en zone urbaine que périurbaine. Les chefs de ménage non scolarisés des deux zones ont été les plus concernés par ce type d'élevage et 61,8 p. 100 des chefs de ménages le pratiquant ont déclaré avoir l'agriculture ou l'élevage comme activité principale ; venaient ensuite les commerçants (25 p. 100) et les travailleurs manuels (9,6 p. 100). Très peu de fonctionnaires et de retraités ont été concernés. Lorsque les agriculteurs/éleveurs propriétaires de petits ruminants diversifiaient leurs activités, ils se tournaient plutôt vers le secteur du commerce que vers les métiers manuels, comme ceux de boucher, forgeron, puisatier ou maçon. Enfin, 72 p. 100 des 25 éleveuses de petits ruminants avaient le commerce comme activité principale.

Paramètres zootechniques

Type de troupeau et répartition spatiale

Les moutons Peuls (Oudah, Bali-Bali) et la chèvre Rousse de Maradi ont été les principales races rencontrées dans les troupeaux urbains et périurbains. Trois types de troupeaux ont été observés dans les deux zones (tableau III). En milieu urbain, les troupeaux mixtes ont été légèrement plus nombreux que les troupeaux monospécifiques (ovins ou caprins purs). En milieu périurbain, il y a eu autant de troupeaux caprins purs que de troupeaux mixtes et très peu de troupeaux ovins purs. Une comparaison entre les deux zones à l'aide de la régression logistique a montré qu'il y avait significativement plus de troupeaux ovins purs en milieu urbain ($p < 0,001$) et plus de troupeaux monospécifiques caprins en milieu périurbain ($p < 0,001$). Aucune différence significative n'a été mise en évidence entre les deux zones pour les troupeaux mixtes ($p = 0,773$). Par ailleurs, la régression logistique a mis en évidence une relation très significative entre le commerce et l'élevage des troupeaux monospécifiques ovins ($p = 0,002$) et a montré que les troupeaux mixtes appartenaient plus fréquemment aux agriculteurs/éleveurs qu'aux autres catégories professionnelles ($p = 0,002$).

Taille des troupeaux

La taille des troupeaux a varié de 1 à 31 têtes en zone urbaine et de 2 à 18 têtes en zone périurbaine. Les tailles moyennes ont été, en zone urbaine, de $6,1 \pm 3,5$ têtes pour les troupeaux ovins purs et de $5,9 \pm 4,2$ têtes pour les troupeaux caprins purs, tandis qu'en zone périurbaine ces tailles ont été respectivement de $5,8 \pm 3,3$ et $6,8 \pm 3,5$ têtes. Pour les troupeaux mixtes, elles ont été de $10,6 \pm 7,2$ en zone urbaine et de $10,4 \pm 4,0$ en zone périurbaine, soit environ le double des troupeaux monospécifiques dans les deux zones.

Logement et mode de conduite

Dans l'ensemble, 44,6 p. 100 des ménages avaient un abri pour leurs animaux. La plupart de ces abris étaient des toitures en paille sur fourches ou des hangars en chaume conçus pour le stockage de foin et de fanes. Les enclos et les bancos (case en argile) étaient surtout présents en milieu urbain.

La moitié des troupeaux urbains étaient mis en stabulation permanente durant toute l'année. En zone périurbaine, les modes de conduite les plus répandus étaient la stabulation permanente et la combinaison du gardiennage de saison sèche et de la stabulation de saison des pluies. L'analyse de la situation entre les strates a montré une augmentation de la proportion de ménages qui combinaient le gardiennage et la stabulation au fur et à mesure que l'on se dirigeait de la strate I vers la strate III et, ensuite, vers la zone périurbaine. Durant la nuit, tous les animaux étaient entravés au piquet. Le test de régression logistique multinomiale a montré une relation très significative entre la stabulation permanente toute l'année et les troupeaux ovins purs ($p < 0,0001$). De même une relation très significative existait entre les troupeaux caprins purs et la divagation toute l'année ou en combinaison avec la stabulation ($p = 0,002$ et $p < 0,0001$). En revanche, la combinaison du gardiennage et de la stabulation a surtout été observée là où il y avait des troupeaux mixtes ($p = 0,002$).

Ressources alimentaires

Le pâturage naturel communautaire était utilisé par 52,9 p. 100 de tous les ménages, mais c'était surtout en zone périurbaine que son utilisation était importante (tableau III). Les aliments donnés en complément aux animaux ont été, par ordre d'importance, les fourrages composés des graminées annuelles du pâturage, donnés en vert ou fanés selon la saison, les résidus de cultures (fanés, chaumes et coques de niébé) et les sons. Bien qu'elle ait été peu

importante dans les deux zones, l'utilisation des grains de céréales, mil et sorgho, a été beaucoup plus marquée en milieu urbain qu'en milieu périurbain. Les animaux recevaient le son soit en sec, soit sous forme de barbotage. Chez les ménages qui gardaient leurs animaux en stabulation toute l'année, la base de l'alimentation des animaux était constituée de fourrages verts en saison des pluies et de résidus de cultures et de foin de pâturage naturel en saison sèche. Les ménages qui pratiquaient un mode de conduite combinant la stabulation et le parcours naturel, donnaient également des résidus de culture et des foin en complément au parcours. La majorité des éleveurs (88,6 p. 100) donnaient une complémentation minérale composée de natron ou de sel de cuisine en saison des pluies et principalement de sel gemme en saison sèche.

Utilisation du fumier

Pour ce qui concernait le fumier produit par les animaux, 68,6 p. 100 des ménages urbains et 96,7 p. 100 des ménages périurbains l'utilisaient, principalement à des fins agricoles pour amender les sols pauvres. En revanche, dans les ménages qui ne l'utilisaient pas, le fumier était généralement rejeté dans les ordures publiques ou était donné gratuitement.

Dynamique des troupeaux

Les mouvements d'effectifs relevés pendant l'année de l'enquête rétrospective ont révélé un léger équilibre entre les entrées et les sorties au sein des différents troupeaux. Les naissances ont constitué l'essentiel du nombre d'animaux entrés dans les troupeaux (respectivement 85,3 p. 100 en zone urbaine et 93,4 p. 100 en zone périurbaine), tandis que les sorties ont été dominées par la vente et l'autoconsommation. La vente a concerné 50 p. 100 du total des animaux sortis en zone urbaine et 63,4 p. 100 en zone périurbaine. L'autoconsommation a concerné respectivement 24,1 et 15,5 p. 100 du total des sorties en milieu urbain et en milieu périurbain. Les autres causes de sortie, très importantes en termes de pertes économiques, ont été les vols et les mortalités qui ont cumulé 22,6 et 19,8 p. 100 du total des animaux prélevés respectivement en zone urbaine et périurbaine.

Contraintes

Les éleveurs urbains ont considéré l'alimentation comme la plus importante des contraintes liées à la conduite de leur troupeau. Les problèmes sociaux (conflits de voisinage et vols) étaient plus importants dans les cas de divagation toute l'année, venaient ensuite les problèmes sanitaires. En zone périurbaine, les problèmes sociaux, principalement les vols, ont largement prédominé. En cas de stabulation permanente, près de la moitié des éleveurs ont déclaré ne pas avoir eu de problèmes importants.

Paramètres socio-économiques

Les principales motivations pour pratiquer l'élevage des petits ruminants ont été la sécurité (achat de vivres en cas de mauvaise saison agricole, satisfaction de certains besoins primaires du ménage, investissement dans l'agriculture ou le commerce) et leurs fonctions lors d'événements socoreligieux (les sacrifices, les dons). Une plus faible proportion des ménages a été motivée par la subsistance (autoconsommation), les aspects économiques purs (générer des bénéfices) ou par respect de la tradition en général.

En termes de commercialisation, très peu de ménages urbains (26,8 p. 100) et périurbains (23,3 p. 100) ont effectué des achats d'animaux durant l'année écoulée. Les achats ont surtout concerné l'espèce ovine dans les deux zones. En revanche, des ventes d'animaux ont été effectuées par 73,2 p. 100 des ménages urbains et 71,7 p. 100 des ménages périurbains. La grande majorité des ménages ont vendu leurs animaux pour couvrir les charges du

Tableau III
Aspects zootechniques de l'élevage des petits ruminants

Caractéristiques	Zone urbaine		Zone périurbaine		Total	
	Nb.	%	Nb.	%	Nb.	%
Types de troupeaux ¹						
Ovins purs	70	31,8	6	10	76	27,2
Caprins purs	61	27,7	27	45	88	31,4
Mixtes	89	40,5	27	45	116	41,4
Total	220	100	60	100	280	100
Effectifs enregistrés ²						
Ovins	895	51,5	177	35	1 072	47,8
Caprins	842	48,5	330	65	1 172	52,2
Total	1 738	100	506	100	2 244	100
Abri pour animaux ¹						
Présent	100	45,5	25	41,7	125	44,6
Absent	120	54,5	35	58,3	155	55,4
Total	220	100	60	100	280	100
Mode d'élevage ¹						
Divagation toute l'année	34	15,5	5	8,4	39	13,9
Stabulation permanente toute l'année	111	50,4	23	38,3	134	47,9
Combinaison divagation et stabulation	29	13,2	9	15	38	13,6
Combinaison gardiennage et stabulation	41	18,6	23	38,3	64	22,8
Gardiennage permanent	5	2,3	0	0	5	1,8
Total	220	100	60	100	280	100
Ressources alimentaires ¹						
Pâturage naturel communautaire	96	43,6	52	86,7	148	52,9
Fourrages verts et foins de pâturage naturel	212	96,4	59	98,3	271	96,8
Résidus de cultures	212	96,4	51	85	263	93,9
Sons	198	90	46	76,7	244	87,1
Grains de céréales	88	40	15	25	103	36,8
Complémentation minérale	193	87,7	55	91,7	248	88,6
Utilisation du fumier ¹						
Oui	151	68,6	58	96,7	209	74,6
Non	69	31,4	2	3,3	71	25,4
Total	220	100	60	100	280	100
Dynamique des troupeaux ²						
Entrées	882	50,7	302	59,7	1 184	52,8
Sorties	889	51,2	309	61,1	1 198	53,4
Effectif global	1 738	100	506	100	2 244	100
Nature des entrées ²						
Naissances	752	85,3	282	93,4	1 034	87,3
Achats	123	13,9	20	6,6	143	12,1
Dons reçus	7	0,8	0	0,0	7	0,6
Total	882	100	302	100	1 184	100
Nature des sorties ²						
Vente	445	50	196	63,4	641	53,5
Autoconsommation	214	24,1	48	15,5	262	21,9
Dons	29	3,3	4	1,3	33	2,8
Mortalités	116	13	40	13	156	13,0
Vols	85	9,6	21	6,8	106	8,8
Total	889	100	309	100	1 198	100

¹ Nombre de ménages concernés² Nombre de têtes

ménage. Ces charges ont surtout concerné l'achat des vivres, les dépenses des fêtes, les cérémonies sociales, les frais sanitaires, les investissements dans l'agriculture, les fonds de commerce etc. Le renouvellement du cheptel a constitué le second motif de vente et a surtout été observé chez les emboucheurs après la vente des animaux lors de la fête du mouton.

Le tableau IV montre la répartition par espèce, sexe et catégorie d'âge des animaux mis en vente. Dans les deux zones, les béliers ont été les animaux les plus commercialisés.

La figure 2 montre l'arbre de classification permettant de vérifier les déterminants du type de troupeau choisi par les groupes sociaux. La variable prédictive la plus déterminante a été le rôle attribué à l'élevage par les éleveurs, suivie par la vente d'animaux, le niveau d'instruction du chef de ménage et la taille du ménage. Les variables zone et durée de résidence, ainsi qu'âge, sexe et activité principale du chef de ménages n'ont pas été retenues par le modèle.

La première ramification de l'arbre sépare l'échantillon, d'une part, en un groupe de 137 ménages motivés par le respect de la tradition, les événements socioreligieux et l'aspect économique (nœud intermédiaire 1) et, d'autre part, en un groupe de 143 ménages concernés par la sécurité et les moyens de subsistance (nœud intermédiaire 2). Le nœud intermédiaire 1 est divisé ensuite sur base de la vente des animaux, en un nœud intermédiaire 3 et un nœud terminal (NT1). NT1 comprend 37 ménages qui ne vendent pas d'animaux et qui possèdent principalement des troupeaux ovins purs (68 p. 100). Le nœud

intermédiaire 3 est divisé en deux nœuds terminaux (NT2 et NT3), sur base du niveau d'instruction du chef de ménage. NT2 comprend 92 ménages non scolarisés ou de niveau secondaire ou supérieur qui possèdent principalement des troupeaux mixtes (63 p. 100). NT3 comprend des ménages du niveau primaire possédant principalement des troupeaux ovins purs (75 p. 100).

Le nœud intermédiaire 2 est également divisé sur base de la vente des animaux. NT4 comprend 104 ménages vendant des animaux et possédant en majorité des troupeaux caprins purs (64 p. 100). Le nœud intermédiaire 4, composé de 39 ménages ne vendant pas d'animaux, est divisé en deux nœuds terminaux sur base de la variable taille du ménage. NT5 est composé des ménages de moins ou égaux à trois personnes possédant en majorité des troupeaux caprins purs (50 p. 100). NT 6 comprend les ménages de plus de trois personnes possédant en majorité des troupeaux ovins purs (62 p. 100).

■ DISCUSSION

Aspects démographiques et socio-économiques de l'élevage des petits ruminants à Maradi

La forte proportion de ménages urbains et périurbains impliqués dans cet élevage est vraisemblablement liée au fait que 90 p. 100 des habitants de la région sont traditionnellement des agro-éleveurs (5). La plupart des chefs de ménages de l'échantillon se sont d'ailleurs

Tableau IV

Répartition par zone, espèce, sexe et catégorie d'âge des petits ruminants vendus à Maradi

Catégories	Zone urbaine				Zone périurbaine			
	Ovins		Caprins		Ovins		Caprins	
	Nb.	%	Nb.	%	Nb.	%	Nb.	%
Femelles adultes	53	30,6	122	44,9	19	27,9	42	32,8
Mâles adultes	104	60,1	87	32,0	45	66,2	42	32,8
Jeunes	16	9,3	63	23,1	4	5,9	44	34,4
Total	173	100	272	100	68	100	128	100

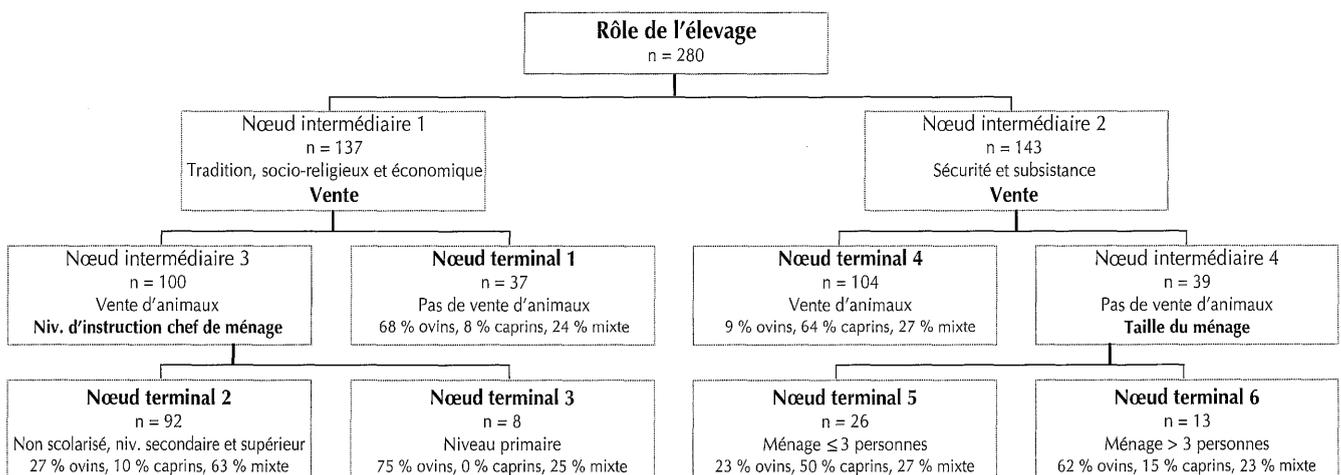


Figure 2 : graphe de l'analyse en arbre avec « type de troupeau » comme variable dépendante.

déclarés agriculteurs ou éleveurs. A Bobo-Dioulasso (17), l'exercice d'activités agricoles dans la famille d'origine est un facteur important dans le choix d'élever des animaux en ville. La proportion supérieure en milieu périurbain pourrait s'expliquer par le fait que les nouveaux immigrants arrivant en ville s'adonnent plutôt à des activités commerciales (18) et qu'il y a dans ce milieu plus d'espace pour les animaux.

Néanmoins, Maradi reste une ville à caractère rural, dont la dynamique économique est fondée sur la complémentarité entre une économie essentiellement rurale et le commerce (5). Le peu de fonctionnaires pratiquant l'élevage des petits ruminants pourrait être lié à l'instabilité de cette catégorie professionnelle sujette aux mutations. L'importance du commerce en général pourrait expliquer le nombre de femmes éleveuses commerçantes et le rôle du commerce dans la diversification des agriculteurs/éleveurs propriétaires de petits ruminants.

Malgré l'importance de cet élevage, les vols et l'insécurité alimentaire ont entraîné l'abandon de cette activité chez environ 57,2 p. 100 des non-éleveurs interrogés en milieu urbain. La stratégie du recours à la vente des petits ruminants lors de disettes étant une pratique courante dans la région de Maradi, cet abandon a vraisemblablement concerné des ménages à faible revenu qui n'ont pas pu se procurer à nouveau les moyens nécessaires à la reconstitution de leur cheptel. Cet aspect de la relation entre l'élevage et la stratégie de survie chez les classes les plus pauvres a également été rapporté par Thys et Geerts pour plusieurs villes d'Afrique (23). Le manque d'intérêt personnel et le caractère contraignant de l'activité ont empêché certains ménages de s'engager dans l'élevage. Ceci est en accord avec les observations faites à Bobo-Dioulasso selon lesquelles la différence entre les éleveurs et les non-éleveurs urbains de petits ruminants est liée à leurs caractéristiques socio-économiques (17).

L'âge élevé des chefs de ménages pratiquant l'élevage pourrait être mis en relation avec le fait que l'éleveur doit disposer de moyens financiers suffisants pour acheter et entretenir ses animaux (10). Le nombre de femmes possédant réellement les animaux pourrait être supérieur à ce que montrent les résultats de l'enquête, car celle-ci s'est limitée à noter le sexe du chef de ménage. Les femmes seraient d'ailleurs principalement propriétaires des caprins dans la région (24). Le fait que la majorité des chefs de ménages pratiquant l'élevage n'étaient pas scolarisés est conforme à ce qui a été observé à Bobo-Dioulasso (17) – plus le niveau scolaire est faible et plus les activités d'élevage augmentent.

Bien que les fonctions économiques, sociales et culturelles de l'élevage des petits ruminants soient souvent difficiles à départager (14), l'échantillon des ménages enquêtés à Maradi est clairement divisé en deux groupes indépendamment de la zone (figure 2). Le premier groupe est plus concerné par les aspects socioreligieux, le respect de la tradition et le commerce. L'autre est concerné par la sécurité et la subsistance. Dans l'ensemble, les premiers sont plutôt propriétaires d'ovins (en troupeaux purs ou mixtes), les animaux les plus commercialisés et plus importants dans les sacrifices religieux. Le second groupe est davantage concerné par les caprins, animaux élevés à plusieurs fins.

Les petits ruminants représentent une sécurité, un mode d'épargne vivante facilement mobilisable et ils permettent aux femmes d'avoir de l'autonomie financière (23, 24). A Maradi, cette importance se justifierait aussi par les aléas du climat sahélien ne garantissant pas une bonne saison agricole de manière régulière (24). Il y a davantage d'éleveurs périurbains (61,7 p. 100) que d'éleveurs urbains (45,5 p. 100) concernés par l'aspect sécuritaire, probablement parce qu'en zone périurbaine les alternatives ne sont pas aussi variées qu'en ville où la contribution du commerce à la sécurité économique est également importante. Quant à la satisfaction des besoins socioreligieux, elle correspond à la forte islamisation de la population.

L'équilibre observé entre les entrées et les sorties d'animaux dans les troupeaux pourrait aussi s'expliquer par cette mobilisation. La vente et l'autoconsommation représentaient, à elles seules, 75,4 p. 100 des sorties dans les deux zones. Globalement, les achats d'ovins étaient majoritaires. Ceci pourrait être mis en relation avec la vente majoritaire de béliers adultes et leur achat pour la mise en embouche pour les besoins de la fête du Mouton (tableau IV). Par ailleurs, la raison pour laquelle les ventes de caprins étaient globalement plus fréquentes serait liée au fait que ces animaux sont plus souvent vendus car leur vente génère des liquidités. Cette tendance est confirmée par le fait que les éleveurs vendaient en majorité leurs animaux pour couvrir les charges de ménages. L'autoconsommation était, par ailleurs, plus fréquemment liée à la fête de la Tabaski qu'à une consommation familiale courante. Durant les autres périodes de l'année, elle devenait d'ailleurs rare et concernait surtout les animaux malades.

Les sorties dues aux mortalités enregistrées représentaient 13 p. 100 du total dans chacune des zones. Ces mortalités étaient très faibles par rapport à celles observées à Maroua (7) et Bobo-Dioulasso (21). Cela était probablement dû au fait que certains éleveurs préféraient abattre les animaux malades plutôt que de les traiter comme l'avait constaté également Schillhorn Van Veen au Nigeria (15). L'enquête n'a pas permis de vérifier les fluctuations saisonnières qui peuvent faire varier substantiellement mortalité et morbidité (6). Les sorties dues aux vols, évaluées globalement à 8,8 p. 100, doivent interpellier car elles sont très importantes en termes de pertes économiques, d'autant plus que le vol a été cité comme cause d'abandon par beaucoup de ménages.

Aspects zootechniques de l'élevage des petits ruminants

Zakara a également observé que les moutons Peuls et la chèvre Rousse de Maradi étaient les principales races rencontrées dans les troupeaux urbains et périurbains de la région (26). Les moutons Peuls sont élevés pour leur qualité bouchère qui leur confère une meilleure valeur marchande et la chèvre Rousse est préférée aux autres races caprines pour son endurance, sa prolificité, mais aussi et surtout sa production de lait et sa peau (13). Dans la région de Maradi, seule la chèvre est traitée de manière systématique (24).

Les troupeaux ovins purs étaient plus importants en zone urbaine qu'en zone périurbaine où les troupeaux caprins purs prédominaient. Cependant, l'analyse des effectifs a montré qu'il y avait autant d'ovins que de caprins en zone urbaine et plus de caprins en zone périurbaine, comme l'indiquait le rapport ovins/caprins qui était respectivement de 1,06 et de 0,54 en zone urbaine et en zone périurbaine. Ce rapport est très inférieur à celui des villes comme Maroua (22), Brazzaville (10) ou Bobo-Dioulasso (21). Dans toutes ces villes, la prédominance des ovins en zone urbaine a été liée à la religion musulmane. Cependant, pour le cas de Maradi où la population est à 90 p. 100 musulmane, l'absence d'une telle différence pourrait s'expliquer par l'importance des caprins dans la production de lait. La tendance à trouver environ le double d'animaux dans les troupeaux mixtes par rapport aux troupeaux monospécifiques a été signalée dans d'autres endroits d'Afrique (10, 22). C'est comme si, dans les troupeaux mixtes, les deux types d'élevages étaient conduits côte à côte.

La moitié des troupeaux urbains était en stabulation permanente toute l'année. Cette disposition constitue non seulement un moyen pour éviter les dégâts domestiques et champêtres qui sont une source de conflits, mais aussi une solution contre les accidents de circulation, les vols, les disparitions et l'ingestion de corps étrangers, principalement le plastique (8, 16). Ce mode de conduite a également été observé à Maroua (22), Dakar (11) et Brazzaville (10). Cependant,

des cas de sous-alimentation ont pu être observés dans ces ménages en période de soudure (avril-juin), moment de rareté et de cherté des aliments, car la principale source d'aliments se fait au travers de l'achat. Dans le milieu périurbain, un important groupe d'éleveurs (38,3 p. 100) combinaient la stabulation au piquet (saison de pluies) et le gardiennage (saison sèche). En saison des pluies, le but était de protéger les cultures et, en saison sèche, de profiter des résidus de cultures. A Maradi et dans sa périphérie, il n'y a pas eu de conduite d'animaux au pâturage en saison de pluies. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que les aires de pâturages sont habituellement occupées par l'agriculture durant cette période. Pour pallier le manque d'argent et de main d'œuvre, 15,5 p. 100 des ménages urbains et 8,4 p. 100 des ménages périurbains laissaient leurs animaux en divagation toute l'année, malgré les dangers cités plus haut. Le fait que la moitié des troupeaux urbains et périurbains ne disposaient pas d'habitat pourrait s'expliquer par cette divagation.

Enfin, il a été constaté que dans le milieu périurbain de Maradi, le fumier ne constituait pas une importante source de nuisance, du moins en période culturale, dans la mesure où plus de 96 p. 100 des ménages le transportaient dans les champs des cultures et où la plupart des animaux étaient mis en stabulation au piquet en cette période. Néanmoins, il pouvait être une nuisance en période sèche car les animaux en liberté pouvaient polluer les rues. Cependant, en milieu urbain, la nuisance était plus importante parce que seulement 68,6 p. 100 des ménages l'utilisaient mais aussi parce que 50 p. 100 des troupeaux était en divagation partielle ou totale selon qu'il s'agissait de la saison sèche ou de la saison pluvieuse.

■ CONCLUSION

L'analyse des données recueillies par l'enquête auprès des ménages urbains et périurbains de Maradi a permis de caractériser l'élevage des petits ruminants dans cette ville et sa périphérie et d'identifier leurs contraintes. Il ressort de cette analyse que cet élevage est pratiqué par une grande majorité de la population et qu'il joue une fonction essentielle pour ces ménages. Toutes les couches sociales étaient concernées par cette activité. La sécurité qu'apportent ces élevages, ainsi que leur rôle socioreligieux ont été des éléments importants qui ont déterminé la stratégie des éleveurs en matière de choix d'espèce. Les caprins ont semblé jouer un plus grand rôle que les ovins pour les aspects sécurité et subsistance, basés sur le lait de consommation. Le choix des ovins, en revanche, a plus été lié aux besoins socioreligieux.

En milieu urbain, la moitié des éleveurs gardaient leurs animaux en stabulation permanente toute l'année pour éviter les dégâts, les vols et les accidents de circulation. En milieu périurbain, le gardiennage était pratiqué en saison sèche pour permettre aux animaux de s'épanouir et de profiter des résidus de cultures laissés dans les champs après la récolte. La pratique de la divagation était aussi courante et concernait surtout les caprins. La source alimentaire était essentiellement basée sur l'achat. Par souci d'économie, du fait de la rareté et de la cherté des aliments en période de soudure, on assistait fréquemment à un rationnement restrictif des animaux en stabulation et à la consommation de plastique chez les animaux en divagation.

La croissance du cheptel a été faible ; elle a été liée à une forte exploitation des animaux, car les entrées dues aux naissances et aux achats ont été en équilibre avec les sorties dues à la vente, aux mortalités, à l'autoconsommation et aux vols. La vente et la consommation ont représenté une partie importante des sorties.

Au regard de ce qui précède, il est apparu que l'élevage des petits ruminants dans la zone urbaine et périurbaine de Maradi était un élément important dans la vie sociale de la population, mais que la pratique de cet élevage en ville était en train d'être compromise par des

contraintes d'ordre social (vols, conflits de voisinage...) et d'approvisionnement en aliments pour animaux. De par l'importance du rôle qu'il joue dans la sécurité économique des ménages, le maintien de cette activité semble comporter plus d'avantages que d'inconvénients par rapport au développement économique et social de la région, mais, pour être en phase avec les règles de l'urbanisation, des actions de restructuration globale du secteur sont nécessaires, voire indispensables.

Remerciements

Ce travail a été réalisé grâce au soutien financier de la Direction générale de la coopération au développement (Dgcd) de la Belgique. Les auteurs remercient sincèrement M. D. Lippert et les autorités administratives de la commune urbaine de Maradi pour l'aide précieuse apportée dans l'exécution de l'enquête, ainsi que le Professeur D. Berkvens, pour l'aide apportée dans l'analyse des résultats.

BIBLIOGRAPHIE

1. ARMAR-KLEMESU M., 2000. Urban agriculture and food security, nutrition and health. In: Bakker N., Dubbeling M., Gündel S., Sabel-Koshella U., de Zeeuw H., Eds, Growing cities, growing food: urban agriculture on the policy agenda, Proc. Workshop in La Havana, Cuba, 11-15 October 1999. Feldafing, Germany, DSE-ZEL, p. 99-117.
2. BREIMAN L., FRIEDMAN J.H., OLSHEN R.A., STONE C.J., 1984. Classification and regression trees. Belmont, CA, USA, Wadsworth, 368 p.
3. COMITE NATIONAL DU RECENSEMENT, 2001. Recensement général de la population et de l'habitat 2001 : manuel de l'agent recenseur. Niamey, Niger, ministère du Plan, 64 p.
4. CTA, 2000. Elevage urbain et périurbain: quand un troupeau traverse la rue. *Spore*, 89 : 3.
5. Direction des services d'appui au développement régional et local, 1997. Schéma directeur de développement régional de Maradi : dynamique régionale et problématique de développement. Niamey, Niger, ministère des Finances et du plan, p. 8-60.
6. GATENBY M., 1986. Sheep production in the tropics and sub-tropics. London, UK, Longman, 267 p.
7. KILLANGA S., HECHKET A., NGAMBIA F.R., 1999. L'élevage ovin périurbain à Maroua dans l'extrême nord du Cameroun. In : Moustier P., Mbaye A., De Bon H., Guerin H., Pages J. eds, Agriculture périurbaine en Afrique subsaharienne, Actes de l'atelier international Cirad/Coraf, Montpellier, France, 20-24 avril 1998. Montpellier, France, Cirad, p. 179-194.
8. KILLANGA S., AHMADOU L., BOUMSO G., 1997. Conséquences d'une alimentation insuffisante sur la production animale dans la province de l'Extrême-Nord au Cameroun : ingestion de plastique par les bovins, les caprins et les ovins. In : Faye B. éd., Socio-économie de l'élevage ovin péri-urbain (Secoville). Rapport scientifique d'avancement de l'année 1996 pour le Cameroun. Montpellier, France, Cirad-emvt, p. 11-17. (Rapport n° 9)
9. KOFFI-TESSIO E.M., AYEBOUA A.T., TOSSOU Y.H., AMOUZOU E.A., 1999. Aspects sociologiques et socio-économiques de l'élevage ovin-caprin périurbain au Togo : cas des villes de Lomé et Sokodé. In : Faye B. éd., Socio-économie de l'élevage ovin péri-urbain (Secoville). Montpellier, France, Cirad-emvt, 105 p. (Rapport n° 20, tome II)
10. MFOUKOU-NTSAKALA A., 2000. Contribution à l'étude de l'élevage des petits ruminants en milieu urbain et périurbain de Brazzaville, Congo. Thèse M.Sc., Institut de médecine tropicale, Belgique, Anvers, 89 p.
11. MISSOHOU A., LY C., DIEDHOU M., TILLARD E., DIOUF S., 1995. Elevage citadin de moutons à Dakar. In: Zessin K.H. Ed., Livestock production and diseases in the tropics: livestock production and human welfare, Proc. VIII Int. Conf. Institutions of Tropical Veterinary Medicine, Freie Universität Berlin, Germany, 25-29 September 1995. Feldafing, Germany, DSE-ZEL, p. 208-212.
12. MOUGEOT L.J.A., 1994. Urban food production: evolution, official support and significance, with special reference to Africa. Ottawa, Canada, IDRC.
13. PAGOT J., 1985. L'élevage en pays tropicaux. Paris, France, GP Maisonneuve & Larose / ACCT, p. 315-442.

14. ROELEVELD A.C.W., 1999. La phase de diagnostic dans la recherche sur les systèmes d'élevage. In : Roeleveld A.C.W., van Den Broek A. éd., Les systèmes d'élevage : orienter la recherche. Amsterdam, Pays-Bas, KIT p. 14-29.
15. SCHILLHORN VAN VEEN T.W., 1985. General aspects of small ruminant health: management, technology and extension. In: Wilson R.T., Bourzat D. Eds, Small ruminants in African Agriculture, Proc. Conf. at ILCA, Addis Ababa, Ethiopia, 30 September-4 October 1985. Addis Ababa, Ethiopia, ILCA, p. 94-106.
16. SEIBOU B., 1996. Contribution à l'étude des corps étrangers du rumen chez le « mouton de case » dans la région de Dakar (Sénégal). Thèse Doct. vét., Dakar, Sénégal, Eismv, 59 p.
17. SIEGMUND-SCHULTZE M., RISCHKOWSKY B., 2001. Relating household characteristics to urban sheep keeping in West Africa. *Agric. Sys.*, **67**: 139-152.
18. SIEGMUND-SCHULTZE M., RISCHKOWSKY B., KOCTY-THIOMBIANO D., 1999. Caractéristiques socioéconomiques de l'élevage ovin urbain : la décision initiale d'élever ou ne pas élever des ovins en ville. In : Faye B. éd., Socio-économie de l'élevage ovin péri-urbain (Secoville). Montpellier, France, Cirad-emvt, p. 57-88. (Rapport n° 20, tome I)
19. STATA CORP., 2001. Stata statistical software, Release 7.0. College Station, TX, USA, Stata Corporation.
20. STEINBERG D., COLLA P.L., 1995. CART: Tree-structured non parametric data analysis. San Diego, CA, USA, Salford Systems, 336 p.
21. THIOMBIANO D., MATTONI M., 1995. Caractéristiques de l'élevage de petits ruminants dans la ville de Bobo-Dioulasso et sa périphérie (sud-ouest du Burkina Faso). In: Zessin K.H. Ed., Livestock production and diseases in the tropics: livestock production and human welfare, Proc. VIII Int. Conf. Institutions of Tropical Veterinary Medicine at the Freie Universität Berlin, Germany, 25-29 September 1995. Feldafing, Germany, DSE-ZEL, p. 213-218.
22. THYS E., EKEMBE T., 1992. Elevage citadin des petits ruminants à Maroua (Province de l'Extrême-Nord Cameroun). *Cah. Agric.*, **1** : 249-255.
23. THYS E., GEERTS S., 2002. Elevage urbain et périurbain en Afrique : résultats de l'enquête auprès des membres du Réseau international de diplômés en production et santé animale tropicale (Riprosat). Anvers, Belgique, Imt-Dgci, 26 p.
24. VERHULST A., 1996. Appui à la sélection, à la promotion et à la diffusion de la chèvre Rousse de Maradi. Dossier d'instruction. Anvers, Belgique, Imt, 132 p.
25. WATERS-BAYERS A., 2000. Living with livestock in town. *Urban Agric. Mag.*, **1**: 16-20.
26. ZAKARA O., 1985. Les petits ruminants en République du Niger. In: Wilson R.T., Bourzat D. Eds, Small ruminants in African Agriculture, Proc. Conf. at ILCA, Addis Ababa, Ethiopia, 30 September-4 October 1985. Addis Ababa, Ethiopia, ILCA, p. 236-242.

Reçu le 20.03.2003, accepté le 28.11.2003

Summary

Ali L., Van den Bossche P., Thys E. Challenges and Constraints of Urban and Suburban Small Ruminant Breeding in Maradi, Niger: What Kind of Future?

A study was conducted in Maradi, Niger, to determine the socioeconomic characteristics and technical constraints of small ruminant breeding in urban and suburban areas. A total of 60.9% of the urban households and 81.1% of the suburban households kept small ruminants. The reasons for not keeping small ruminants mainly concerned food insecurity in the households, thefts, lack of interest, and constraining aspects of the activity. The majority of household heads were farmers who had had no schooling and were over 40 years old. The main draws for this type of breeding were security (45% of urban households and 61.7% of suburban households) and its use during socioreligious events (43.2 in urban households and 31.6% in suburban households). Three types of herds (sheep, goats or mixed sheep and goats) were present, with fewer sheep herds in the suburban area. The herd type was mainly determined by its social function within the household. The most common breeding system in urban areas was permanent stabling throughout the year (50.4%), whereas in suburban areas, stabling and herding could be combined. Free roaming was also common, particularly with goats. Fodder scarcity and high cost were feeding main constraints, notably in the period between harvests. Offtake was due chiefly to live animals' sales (50 and 63.4% of the animals in urban and suburban areas, respectively) and self-consumption (24.1 and 15.5% of the animals in urban and suburban areas, respectively). This socially important animal breeding system could be preserved if further developments take into account urban constraints.

Key words: Sheep – Goat – Animal husbandry – Urban environment – Suburban area – Socioeconomic environment – Maradi – Niger.

Resumen

Ali L., Van den Bossche P., Thys E. Riesgos y obstáculos de la cría urbana y peri-urbana de los pequeños rumiantes en Maradi, Niger: cuál es el futuro?

Se llevó a cabo un estudio en Maradi (Níger), con el fin de estudiar las características socio-económicas y los obstáculos técnicos de la cría urbana y peri-urbana de los pequeños rumiantes. Este mostró que 60,9% de las familias urbanas y 81,1% de las peri-urbanas practican este tipo de cría. La inseguridad alimenticia en las familias, los robos, la falta de interés y el aspecto complicado de la actividad fueron las razones evocadas más frecuentemente por aquellos que no lo practican. Los jefes de familia que practican la cría fueron en su mayoría agro-criadores no escolarizados y mayores de 40 años. Este tipo de cría fue sobre todo preciada por la seguridad que representa (45,5% en zona urbana y 61,7% en zona peri-urbana) y por la utilidad para los eventos socio-religiosos (43,2% en zona urbana y 31,6% en zona peri-urbana). Se observaron tres tipos de hatos (ovinos, caprinos y mixtos), con menos hatos ovinos en zona peri-urbana. El tipo de hato fue determinado principalmente por su función social en la familia. La estabulación permanente durante todo el año fue el modo de conducta más frecuente en zona urbana (50,4%), mientras que en zona peri-urbana la estabulación y el cuidado pueden ser combinados. La divagación fue también frecuente, sobre todo durante la estación seca y principalmente con los caprinos. El costo elevado de los alimentos y su escasez constituyeron el principal obstáculo alimenticio, sobre todo durante el periodo de la junta. La explotación de los animales estuvo dominada por la venta de estos en pie (50 y 63,4% de los efectivos respectivamente en zona urbana y peri-urbana) y el auto consumo (24,1 y 15,5% de los efectivos respectivamente en zona urbana y peri-urbana). El mantenimiento de este tipo de cría de importancia social depende de las acciones orientadas hacia los obstáculos de la ciudad.

Palabras clave: Ovino – Caprino – Ganadería – Ambiente urbano – Zona periurbana – Entorno socioeconómico – Maradi – Niger.

Performances de reproduction et de production des ovins de race Boujaâd au Maroc

A. Chikhi¹ I. Boujenane^{2*}

Mots-clés

Ovin Boujaâd – Reproduction – Laine – Croissance – Engraissement – Carcasse – Maroc.

Résumé

L'étude a porté sur l'analyse de 1 264 performances de reproduction, 1 698 poids de toison, 1 588 performances de croissance et de viabilité et 184 performances d'engraissement et d'abattage des ovins de race Boujaâd. Les données ont été collectées durant sept campagnes, de 1993-1994 à 1999-2000, au domaine expérimental Dérroua de l'Inra. Les brebis ont eu en moyenne un taux de fertilité de 98 p. 100, une durée de gravidité de 151 j, des tailles de portée à la naissance et au sevrage (90 j) respectivement de 1,29 et 1,24, et des poids de portée à la naissance et au sevrage respectivement de 5,03 kg et 26,8 kg. Le poids moyen de la toison a été de 3,47 kg. Les agneaux ont pesé 3,89 kg à la naissance, 10,3 kg à 30 j et 21,8 kg à 90 j. La vitesse de croissance moyenne a été de 213 g/j de la naissance à 30 j et de 190 g/j entre 30 et 90 j. La moyenne du taux de la mortalité entre la naissance et 90 j a été de 8 p. 100. Après une durée moyenne d'engraissement de 66,4 j, les agneaux nés simples et de sexe mâle ont réalisé un gain de poids moyen quotidien de 280 g et un indice de consommation de 4,70 kg d'aliment par kilogramme de gain de poids. Abattus à un âge moyen de 171 j, ils ont réalisé un poids vif à l'abattage de 44,8 kg, un poids de carcasse chaude de 22,4 kg et un rendement en carcasse de 50 p. 100. En conclusion, la race Boujaâd a des potentialités très prometteuses qu'il est possible d'exploiter pour l'augmentation de la production de viande au Maroc.

■ INTRODUCTION

Au Maroc, l'élevage ovin constitue un secteur très important dans l'économie nationale. En effet, il contribue pour 38 à 40 p. 100 dans l'approvisionnement du pays en viande rouge, soit 21 p. 100 de la production de viande totale. Il est rencontré dans toutes les régions du pays où parfois il constitue la source essentielle de revenus des agriculteurs. Toutefois, sa productivité est faible en

raison principalement du mode de conduite qui est souvent de type extensif et de l'absence de programme cohérent d'amélioration génétique pour chaque race (1).

La race Boujaâd est considérée parmi les principales races locales marocaines. Néanmoins, ses performances potentielles sont mal connues, faute d'avoir bénéficié d'un programme de recherche visant sa caractérisation. Seule, l'Association nationale ovine et caprine (Anoc) a suivi un nombre limité d'élevages dont les résultats du contrôle de performances ne sont que partiellement exploités. Des recommandations pour l'amélioration de la conduite et de la productivité basées sur des données fiables ne peuvent donc être faites pour les élevages utilisant cette race. Par conséquent, un effort important doit être investi dans ce sens afin de déterminer ses performances. La présente étude a eu pour objectif la caractérisation de la race Boujaâd et la détermination de ses performances zootechniques en station expérimentale.

1. Domaine expérimental Dérroua, Institut national de la recherche agronomique, BP 567, Béni Mellal 23000, Maroc

Tél/fax : (212) 23 44 00 06 ; e-mail : chikhi@awamia.inra.org.ma

2. Département des productions animales, Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, BP 6202, Rabat-Instituts, 10101 Rabat, Maroc
Tél/fax : 212 37 776420 ; e-mail : i.boujenane@iav.ac.ma

* Auteur pour la correspondance

■ MATERIEL ET METHODES

Source des données

Les données analysées ont été collectées dans le domaine expérimental Dérouta (DED) de l'Institut National de la Recherche Agromique de Béni Mellal. Ce domaine est localisé à 24 km à l'ouest de Béni Mellal, sur la route nationale n° 8 allant de Béni Mellal à Souk Sebt, à une altitude de 440 m. Il est situé dans le périmètre irrigué qui relève du domaine de l'Office régional de la mise en valeur agricole du Tadla. Le domaine est situé dans l'étage bioclimatique semi-aride. La période pluviale s'étend d'octobre à mai. La pluviométrie annuelle moyenne, calculée sur une durée de 32 ans, s'élève à 386 mm. La température moyenne est de 18 °C, variant de -4 °C au mois de janvier à 45 °C au mois de juillet.

Répartition de la race Boujaâd et description phénotypique

La race Boujaâd, connue dans le passé sous le nom de race Tadla, est rencontrée sur les plateaux du centre-ouest du Maroc et, plus précisément, à Kasba Tadla, Oued Zem, Khouribga et Boujaâd, d'où elle a tiré son nom actuel. L'effectif total de la race Boujaâd est de 237 219 têtes, soit 1,42 p. 100 de l'effectif total des ovins (1).

La race Boujaâd est caractérisée par une assez grande taille et une tête lourde armée de cornes puissantes chez le mâle et absentes chez la femelle. Le chanfrein est droit chez la brebis, large et légèrement bombé chez le bélier. L'encolure est longue, épaisse et porte un léger fanon. Le dessus est assez large et le garrot est ressorti. Le poids de la brebis varie de 45 à 60 kg, celui du bélier oscille entre 75 et 80 kg. La couleur de la toison est blanche, légèrement jaunâtre, ce qui confère à la race l'appellation de race Jaune. La toison est moyennement abondante, fermée, à mèches tassées, aux brins fins et ondulés de 7 à 8 cm de longueur. La laine est peu jarreuse et ne descend pas au-dessous du coude et du jarret. Le poids moyen de la toison est de 1,5 kg, variant de 1,6 à 3,5 kg (1).

Troupeau suivi et mode de conduite

Les données analysées sont issues du troupeau du DED qui a été constitué en 1993-94 par l'acquisition de 150 brebis auprès des éleveurs sélectionneurs du berceau de la race Boujaâd. Les brebis du troupeau avaient un rang d'agnelage qui variait de 1 à 6 avec une moyenne de 3, un âge moyen de 51 mois, un poids moyen à la lutte de 50,9 kg et un poids moyen à l'agnelage de 56,8 kg.

La lutte contrôlée a été réalisée chaque année aux mois de juin et juillet et a duré 60 j. Les brebis ont été réparties en lots de lutte de 20 à 24 brebis. Dans chaque lot, un bélier intact, préalablement peint sur sa partie abdominale, pour identifier les brebis saillies, a assuré la lutte de 17 h à 8 h le lendemain.

Le troupeau ovin du DED était en stabulation permanente. L'alimentation était essentiellement basée sur le foin de luzerne, la paille, l'orge grain, le maïs grain, la pulpe sèche de betterave, le tourteau de tournesol et un complément minéral vitaminé (cmv). Les rations ont été distribuées de façon à satisfaire les besoins des animaux aux différents stades physiologiques (lutte, fin de gravidité, lactation). Ainsi, pendant la période de lutte, il a été distribué par brebis 250 à 300 g d'orge, 80 à 100 g de tourteau de tournesol et 10 g de complément minéral vitaminé. En fin de gravidité, la ration par animal est passée à 400 g d'orge, 100 à 120 g de tourteau de tournesol et 10 à 20 g de cmv. Durant la période d'allaitement, ont été distribués, en plus du complément de fin de gravidité, 300 g de pulpe sèche de betterave, par brebis.

L'alimentation des agneaux a été exclusivement à base du lait maternel au cours du premier mois de leur vie. A partir du deuxième mois, les agneaux ont reçu *ad libitum* un concentré spécifique composé de 60 p. 100 d'orge, 38 p. 100 du tourteau de tournesol et 2 p. 100 du cmv. Sa valeur nutritive a été de l'ordre de 0,8 UF et de 16 à 18 p. 100 de matières azotées totales (Mat).

Les agneaux ont été sevrés à l'âge de 90 j et les mâles ont été séparés des femelles. Après sevrage, une trentaine d'agneaux mâles nés simples ont été conduits, chaque année, selon un régime accéléré pour être abattus après une durée d'engraissement de 60 à 70 j. Les autres étaient soit retenus pour la reproduction soit vendus.

Les agneaux d'engraissement étaient répartis en lots de 6 à 7 agneaux. L'engraissement proprement dit a commencé après une dizaine de jours d'adaptation. L'âge moyen des agneaux au début de l'engraissement a été de 104,5 j et leur poids moyen initial a été de 26,4 kg. La ration distribuée a été formulée de manière à avoir un teneur en Mat de 16 p. 100. Cette ration a été composée de 30 p. 100 de foin de luzerne broyé, 52 p. 100 de maïs grain, 16 p. 100 du tourteau de tournesol et 2 p. 100 du cmv. Les animaux ont été abattus à un âge moyen de 171 j. Les vaccins et les traitements prophylactiques consistaient à prévenir l'entérotaxémie, la clavelée, la myopathie, ainsi que les problèmes de parasitisme interne et externe.

Contrôles effectués

Au cours de la période des naissances, les agneaux ont été identifiés par une boucle d'oreille et leur date de naissance, sexe et type de naissance ont été enregistrés. Ils ont également été pesés à la naissance et une fois tous les 15 jours jusqu'au sevrage. Par la suite, ils ont été pesés une fois par mois. Les agneaux sont restés entiers ; ils n'ont subi ni caudectomie ni castration. Quant aux brebis, elles ont été pesées à la lutte et à la mise bas. Le jour de la tonte, qui a lieu en avril ou mai, les poids bruts des toisons ont été enregistrés.

Pour apprécier les performances d'engraissement et les caractéristiques des carcasses de la race Boujaâd, une série de contrôles et d'observations ont été faits sur la trentaine d'agneaux engraisés et abattus chaque année. Les contrôles durant cette période ont été les suivants :

- triple pesée des agneaux au début et à la fin de la période de l'engraissement ;
- pesées simples tous les 15 jours durant la période d'engraissement ;
- contrôle quotidien de l'alimentation distribuée par lot (pesée des quantités distribuées et refusées) et son ajustement de telle sorte que le refus constituait 10 p. 100 du distribué.

Les contrôles effectués sur les agneaux abattus ont été les suivants :

- poids vif à l'abattage (après 18 h de jeûne) ;
- poids de la carcasse chaude (15 min après son obtention) ;
- poids du gras de rognon ;
- état d'engraissement évalué en utilisant les modèles photographiques de Colomer-Rocher (11). La note 1 correspondait aux carcasses très maigres, alors que la note 5 correspondait aux carcasses excessivement grasses.

Variables étudiées

Les performances de reproduction des brebis étudiées ont été la taille et le poids de la portée à la naissance, et la taille et le poids de la portée au sevrage (90 j) des brebis ayant agnelé, ainsi que la fertilité et la durée de gravidité. Les performances de croissance et de viabilité des agneaux étudiées ont été le poids à la naissance, à

30 j, à 90 j, à 6 mois et à un an, le gain moyen quotidien (gmq) entre la naissance et 30 j et entre 30 et 90 j, ainsi que la viabilité des agneaux entre la naissance et 90 j. Les poids aux âges-types étudiés ont été obtenus par interpolation linéaire entre les différentes pesées effectuées. Les performances d'engraissement et les caractéristiques de carcasses étudiées ont été l'indice de consommation, le gmq à l'engraissement, le coût alimentaire par kilogramme de croît, le poids à l'abattage, le poids de la carcasse chaude, le rendement en carcasse, le gras de rognon et l'état d'engraissement.

Analyses statistiques

L'analyse a concerné 1 264 performances de reproduction, 1 588 performances de croissance et de viabilité, 184 performances d'engraissement et d'abattage et 1 698 poids de toison. Ces données ont été collectées durant sept campagnes, de 1993-94 à 1999-2000. L'analyse a été réalisée à l'aide du logiciel SAS (18).

■ RESULTATS ET DISCUSSION

Performances de reproduction

Les moyennes arithmétiques, les écarts-types et les coefficients de variation des caractères de reproduction étudiés sont présentés dans le tableau I. La moyenne du taux de fertilité des brebis de race Boujaâd a été de 98 p. 100. Ce taux a été similaire à celui obtenu chez les brebis de race Sardi élevées dans les mêmes conditions d'élevage (9). En revanche, il a été supérieur aux taux enregistrés chez les brebis de race Sardi, Timahdite et Béni Guil élevées sur parcours, qui ont varié en moyenne respectivement de 85 à 92 p. 100, de 77 à 95 p. 100 et de 82 à 87 p. 100 (1, 3, 7).

Les tailles de portée à la naissance et au sevrage des brebis de race Boujaâd ont été respectivement de 1,29 et 1,24. La taille de portée

à la naissance a varié de 1 à 3 agneaux. Les portées simples ont représenté 71,3 p. 100, les portées doubles 28,4 p. 100 et les portées triples 0,3 p. 100. Chikhi (9) a rapporté que cette taille de portée à la naissance était comparable à celle des brebis de race Sardi élevées dans les mêmes conditions, mais elle a été supérieure aux résultats obtenus chez les brebis des races Béni Guil (1,08 agneaux), Timahdite (1,05 agneaux) et Sardi (1,07 à 1,21 agneaux). Quant à la taille de portée au sevrage, elle a été supérieure à celles obtenues chez les brebis de races Sardi, Timahdite et Béni Guil pour lesquelles ont été enregistrés respectivement 0,99 à 1,19, 1,06 et 1,02 agneaux (1, 3, 7, 15).

Les moyennes des poids de la portée à la naissance et au sevrage des brebis de race Boujaâd ont été respectivement de 5,03 kg et 26,8 kg. Le poids de la portée à la naissance enregistré a été supérieur à ceux obtenus chez les races Sardi (3,80 à 4,18 kg), Béni Guil (3,7 kg) et Timahdite (3,6 à 3,9 kg). Le poids de portée au sevrage a été plus élevé que les poids enregistrés chez les races Sardi, Timahdite et Béni Guil, qui ont varié respectivement de 15,1 à 23,5 kg, de 17,1 à 21,4 kg et de 16,0 à 18,2 kg (1, 3, 6, 7, 15, 19).

La durée de gravidité des brebis de race Boujaâd a été en moyenne de 151,4 j. Cette valeur est comparable à celles rapportées par Boujenane (1) chez les brebis de races Sardi, Timahdite et Béni Guil.

Les différences entre les résultats obtenus dans la présente étude et ceux enregistrés par les différents auteurs sur les autres races locales peuvent être expliquées par des différences raciales, bien entendu, mais également par le mode de conduite et les conditions alimentaires dans chaque étude (alimentation des brebis durant les périodes de lutte, de gravidité et d'allaitement). Dans la présente étude, les brebis et les agneaux ont été en stabulation permanente et ils ont reçu leur alimentation à l'auge en fonction de leurs besoins. Alors que dans les autres études, l'alimentation des animaux était essentiellement basée sur les parcours où les problèmes de compétitivité et les risques d'une sous-alimentation des brebis gravides et en lactation se posaient, entraînant une répercussion négative sur la prolificité des brebis et sur la croissance pré- et post-natale des agneaux. Par conséquent, des plans alimentaires appropriés et une complémentation à l'auge sont préconisés pour améliorer la productivité au sevrage.

Production de laine

La moyenne du poids de la toison des béliers et des brebis de race Boujaâd tondus une fois par an a été de 3,47 kg, avec un coefficient de variation de 23,0 p. 100. Cette moyenne a été de 4,55 kg chez les béliers et de 3,34 kg chez les brebis. Ce poids de toison a été largement supérieur à ceux obtenus chez les races Sardi, Béni Guil, Timahdite et Béni Ahsen qui ont varié en moyenne de 1,73 à 2,96 kg (1, 9, 14). Cette supériorité peut être attribuée au grand format des ovins de race Boujaâd et à l'effet bénéfique de l'alimentation distribuée au DED.

Performances de croissance des agneaux

Les moyennes arithmétiques, les écarts-types et les coefficients de variation des performances de croissance et de viabilité des agneaux de race Boujaâd sont présentés dans le tableau II. Les moyennes des poids des agneaux de race Boujaâd ont été de 3,89 kg à la naissance, 10,3 kg à 30 j, 21,8 kg à 90 j, 32,9 kg à 6 mois et 53,3 kg à 1 an. La vitesse de croissance a été de 213 g/j de la naissance à 30 j et de 190 g/j entre 30 et 90 j. Les mâles ont été légèrement plus lourds de la naissance à 90 j. Les vitesses de croissance ont été de 219 g/j de la naissance à 30 j et 200 g/j de 30 à 90 j chez les mâles et de 207 g/j et 182 g/j chez les femelles. La différence de poids s'est accentuée à 6 et 12 mois.

Tableau I

Moyennes arithmétiques, écarts-types et coefficients de variation des performances de reproduction des brebis de race Boujaâd

Caractère	Nb.	Moy. arith. ¹	Ecart-type	Coeff. var. ² (%)
Fertilité (%)	1 264	98	13	13,3
Durée de gravidité (j)	1 236	151,4	2,1	1,39
Taille de la portée à la naissance	1 236	1,29	0,45	34,9
Taille de la portée au sevrage	1 236	1,24	0,43	34,7
Poids de la portée à la naissance (kg)	1 236	5,03	1,48	29,4
Poids de la portée au sevrage (kg)	1 236	26,9	7,2	26,8

¹ Moyenne arithmétique

² Coefficient de variation

Tableau II

Moyennes arithmétiques et coefficients de variation des performances de croissance et de viabilité des agneaux de race Boujaâd

Caractère	Mâles			Femelles			Total		
	Nb.	Moy. arith. ¹	Coeff. var. ² (%)	Nb.	Moy. arith.	Coeff. var. (%)	Nb.	Moy. arith.	Coeff. var. (%)
Poids à la naissance (kg)	782	4,00	16,7	806	3,79	16,3	1 588	3,89	16,7
Poids à 30 j (kg)	715	10,6	16,0	740	10,1	13,8	1 455	10,3	14,6
Poids à 90 j (kg)	710	22,6	15,0	738	21,0	11,9	1 448	21,8	14,2
Poids à 180 j (kg)	71	35,4	13,8	88	31,5	8,9	159	32,9	10,9
Poids à 360 j (kg)	71	58,4	12,8	86	48,7	7,4	157	53,3	9,76
Gmq ³ 0-30 j (g)	715	219	19,6	739	207	16,4	1 454	213	18,3
Gmq 30-90 j (g)	710	200	17,0	737	182	12,6	1 447	190	15,8
Viabilité 0-90 j (%)	782	91	29,6	806	92	30,4	1 588	92	28,3

¹ Moyenne arithmétique² Coefficient de variation³ Gains moyens quotidiens

Le poids à la naissance obtenu dans cette étude a été supérieur aux valeurs enregistrées sur les agneaux de races Sardi (3,0 à 3,6 kg), Timahdite (3,2 à 3,6 kg) et Béni Guil (2,7 à 3,3 kg). Les poids à 30 j et à 90 j ont été supérieurs aux poids enregistrés chez les agneaux de race Sardi qui ont oscillé entre 6,9 et 9,8 kg à 30 j et entre 15 et 21,2 kg à 90 j. Ils ont également été plus élevés que les poids à 90 j observés chez les races Timahdite (19,0 kg) et Béni Guil (15,3 kg) (2, 4, 6, 8, 15, 19). Ces poids ont été supérieurs aux résultats obtenus par Boujenane et coll. (2) chez les agneaux de race Sardi qui ont été de 22,7 kg pour les poids à 6 mois et de 30,3 kg pour les poids à 1 an. Les gmq 0-30 j et 30-90 j ont été supérieurs à ceux obtenus chez les races Sardi, Timahdite et Béni Guil qui ont varié en moyenne de 116 à 215 g/j pour le gmq 0-30 j et de 127 à 190 g/j pour le gmq 30-90 j (2, 4, 6, 8, 15).

Le mode de conduite des animaux et les disponibilités alimentaires expliquent en grande partie les différences de poids et de gmq entre les différentes études. Quoi qu'il en soit, ces performances pondérales et de croissance témoignent du potentiel génétique élevé des agneaux de race Boujaâd.

Viabilité des agneaux

La distribution de fréquences de la mortalité des agneaux de race Boujaâd selon l'âge a montré que 86,8 p. 100 des mortalités globales entre la naissance et le sevrage se sont produites entre la naissance et 10 j, 6,6 p. 100 entre 10 et 30 j et 6,6 p. 100 entre 30 et 90 j. La principale cause de mortalité a été l'insuffisance du lait disponible pour les agneaux nés doubles. Ces résultats concordent avec ceux de Prud'hon et coll. (16) et Ricordeau et coll. (17) qui ont rapporté que 50 à 80 p. 100 des pertes se produisent au cours de la première semaine de la vie des agneaux.

La moyenne du taux de viabilité entre la naissance et 90 j des agneaux de race Boujaâd a été de 92 p. 100 (tableau II). Ce taux est identique chez les mâles et les femelles, ainsi que, comme cela a été rapporté dans une étude précédente, chez les agneaux de race Sardi à la même station (9). En revanche, il a été plus élevé que ceux enregistrés chez les agneaux des races Sardi, Timahdite, Béni Guil et D'man qui ont varié en moyenne de 75 à 93 p. 100 (1, 2, 6, 14, 15). Le faible taux de mortalité enregistré dans la présente étude peut

être expliqué par l'effet bénéfique de l'alimentation sur la production laitière des brebis et donc sur la vigueur des agneaux.

Performances d'engraissement et caractéristiques de carcasses

Les moyennes arithmétiques, les écarts-types et les coefficients de variation des performances d'engraissement et des caractéristiques de carcasses sont rapportés dans le tableau III. Le gain moyen quotidien à l'engraissement des lots d'agneaux mâles de race Boujaâd a été en moyenne de 280 g/j. Cette valeur a été analogue à celle réalisée chez les agneaux de race Sardi dans la même station (283 g) (9), mais elle a été supérieure aux gmq enregistrés chez les agneaux de races Sardi, Béni Guil, Timahdite et D'man qui ont varié respectivement de 147 à 260 g, de 142 à 215 g, de 150 à 200 g et de 142 à 213 g (1, 5, 8, 10, 12). De même, ce résultat dépasse les gmq à l'engraissement réalisés par les agneaux issus du croisement industriel qui ont varié de 220 à 260 g (5).

Durant la période d'engraissement, le niveau d'ingestion des agneaux de race Boujaâd a été en moyenne de 1,30 kg de matière sèche (MS) par animal par jour, ce qui correspond à 75 g de MS/kg $P^{0,75}/j$. Leur indice de consommation a été de 4,70 kg de MS d'aliments/kg de gain de poids et de 4,17 UFV/kg de gain de poids. Ce niveau d'ingestion a été identique à celui enregistré par Chikhi (9) chez la race Sardi, mais inférieur à ceux réalisés par les agneaux issus de pères Ile de France et de mères Sardi, Béni Guil et Timahdite qui ont varié de 100 à 108 g de MS/kg $P^{0,75}/j$ (5). L'indice de consommation réalisé par les agneaux de race Boujaâd a été comparable aux valeurs de 4,87 kg de MS d'aliments/kg de gain de poids et de 4,32 UFV/kg de gain de poids obtenues par Chikhi (9) chez la race Sardi. Toutefois, il a été inférieur à ceux trouvés chez les races Timahdite, Béni Guil et Sardi, qui ont varié en moyenne de 5,7 à 8,4 (5).

Abattus à l'âge moyen de 171 j, les agneaux de race Boujaâd ont réalisé un poids vif à l'abattage de 44,8 kg et un poids de carcasse chaude de 22,4 kg. Ces poids ont été identiques à ceux enregistrés chez les agneaux de race Sardi abattus à l'âge de 168 j (respectivement 45,5 kg et 22,4 kg) (9). Cependant, ces valeurs ont été supérieures aux poids de carcasses rapportés chez les différentes races

locales conduites en races pures ou en croisement avec les béliers à viande de races étrangères et qui ont été en moyenne de 32,2 kg pour les poids vifs à l'abattage et de 15,6 kg pour les poids de carcasse chaude (5).

Le rendement en carcasse des agneaux de race Boujaâd a été en moyenne de 50,0 p. 100. Ce résultat a été supérieur au rendement moyen de 48 p. 100 trouvé chez les agneaux de races Sardi, Béni Guil et Timahdite, et de 48,7 p. 100 obtenu chez les agneaux issus du croisement entre les races locales et les races à viande (5, 10, 12).

Les carcasses des agneaux de race Boujaâd ont eu un score de l'état d'engraissement de 3,84. Ce score reflétait un bon état d'engraissement et indiquait que les carcasses produites correspondaient à la catégorie grasse. Il a été comparable à ceux observés chez les races Sardi, Béni Guil et Timahdite qui ont varié de 3,6 à 4,4 (5, 9).

La moyenne du poids du gras de rognon des agneaux de race Boujaâd a été de 298 g. Cette valeur a été similaire au poids de 295 g observé par Chikhi (9) chez les agneaux de race Sardi, mais elle a été supérieure à celles rapportées par Boujenane (1) et Boujenane et coll. (5) chez les agneaux de races locales pures ou chez les agneaux croisés, qui ont varié de 182 à 260 g.

Le coût alimentaire de l'engraissement des agneaux de race Boujaâd a été de 9,6 dirhams (DH) par kilogramme de gain du poids vif et de 19,2 DH/kg de gain de poids de carcasse (1 euro ≈ 10,5 DH). Ces valeurs ont été inférieures aux coûts trouvés chez la race Sardi par

Chikhi (9), qui ont été de 10,1 DH/kg de gain de poids vif et de 20,2 DH/kg de gain de poids de carcasse. Elles ont également été inférieures aux coûts alimentaires de 21,2 et 23,2 DH/kg de gain de poids de carcasse rapportés par El Aouni (13) chez les agneaux respectivement de races Sardi et D'man.

■ CONCLUSION

A partir des résultats obtenus dans cette étude, il apparaît que la race Boujaâd a des potentialités de reproduction, de laine, de croissance, de viabilité, d'engraissement et des caractéristiques de carcasses très prometteuses et qu'il existe une variabilité importante qu'il serait possible d'exploiter pour des fins de sélection. Par conséquent, il serait intéressant d'exploiter les performances de la race Boujaâd pour l'amélioration de la production de viande au Maroc. Il serait intéressant de compléter cette étude par la détermination des effets non génétiques et par l'estimation des paramètres génétiques des différents caractères zootechniques afin de dégager les modalités les plus efficaces pour l'amélioration génétique de la race.

Remerciements

Les auteurs adressent leurs vifs remerciements à M. L. Haounou, technicien au domaine expérimental Dérroua, pour sa collaboration technique.

BIBLIOGRAPHIE

- BOUJENANE I., 1999. Les ressources génétiques ovines au Maroc. Rabat, Maroc, Actes Editions, 136 p.
- BOUJENANE I., BRADFORD G.E., BERGER Y.M., CHIKHI A., 1991. Genetic and environmental effects on growth to one year and viability of lambs from crossbreeding study of D'man and Sardi breeds. *J. Anim. Sci.*, **69**: 3989-3998.
- BOUJENANE I., MHARCHI A., 1992. Estimation des paramètres génétiques et phénotypiques des performances de reproduction des brebis de race Beni Guil. *Actes Inst. agron. vét. (Maroc)*, **12** : 5-13.
- BOUJENANE I., MHARCHI A., 1992. Estimation des paramètres génétiques et phénotypiques des performances de croissance et de viabilité des agneaux de race Beni Guil. *Actes Inst. agron. vét. (Maroc)*, **12** : 15-22.
- BOUJENANE I., BERRADA D., MIHI S., JAMAI M., 1996. Performances d'engraissement et caractéristiques des carcasses des agneaux issus du croisement des brebis de races Timahdite, Sardi et Beni Guil avec des béliers de races à viande. *Actes Inst. agron. vét. (Maroc)*, **16** : 29-38.
- BOUJENANE I., CHAMI A., 1997. Effect of inbreeding on reproduction, weights and survival of Sardi and Beni Guil sheep. *J. Anim. Breed. Genet.*, **114**: 23-31.
- BOURFIA M., TOUCHBERRY R.W., 1993. Diallel cross of three Moroccan breeds of sheep. II. Reproductive performance and productivity of pure breeds ewes. *J. Anim. Sci.*, **71**: 882-887.
- BOURFIA M., TOUCHBERRY R.W., 1993. Diallel cross of three Moroccan breeds of sheep. I. Lamb growth and carcass traits. *J. Anim. Sci.*, **71**: 870-881.
- CHIKHI A., 2000. Caractérisation de la race Sardi au Domaine Expérimental INRA Dérroua : performances de reproduction et de productions. Mémoire pour l'obtention du grade d'ingénieur en chef, Inra, Rabat, Maroc.
- CHOULI A., OUKELMOUN M., 1983. Contribution à l'étude de la croissance et des carcasses des races ovines marocaines conduites en races pures et en croisement. Mémoire 3^e cycle Agronomie, Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc.
- COLOMER-ROCHER F., 1986. Méthode normalisée pour l'étude des caractères quantitatifs et qualitatifs des carcasses ovines, produites dans le bassin méditerranéen, en fonction des systèmes de production. Les carcasses d'agneaux et de chevreaux méditerranéens. Saragosse, Espagne, Ciheam.

Tableau III

Moyennes arithmétiques, écarts-types et coefficients de variation des performances d'engraissement et caractéristiques de carcasses des agneaux mâles de race Boujaâd

Caractère	Nb.	Moy. arith. ¹	Ecart-type	Coeff. var. ² (%)
Gmq ³ à l'engraissement (g)	184	280	35	12,5
Niveau d'ingestion (kg MS/Animal /j)	184	1,30	0,10	7,69
Niveau d'ingestion (g MS/kg P ^{0,75} /j)	184	75,0	7,11	9,48
Indice de consommation (kg MS/kg de gain de poids)	184	4,70	0,62	13,2
Poids vif à l'abattage (kg)	184	44,8	3,6	8,04
Poids de carcasse chaude (kg)	184	22,4	2,6	11,6
Rendement en carcasse (%)	184	50,0	3,6	7,20
Score de l'état d'engraissement	184	3,84	0,44	11,5
Poids du gras rognon (g)	184	298	95	31,9
Coût alimentaire (DH/kg du gain du poids) ⁴	184	9,90	1,50	15,1

¹ Moyenne arithmétique

² Coefficient de variation

³ Gains moyens quotidiens

⁴ DH = Dirham (1 euro = 10,5 DH)

12. ECHIGUER M., 1988. Croissance post-sevrage et caractères d'abattage des agneaux D'man et Béni Guil. Mémoire 3^e cycle Agronomie, Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc.

13. EL AOUNI M., 2000. Comparaison des performances laitières des brebis et des performances d'engraissement et de carcasses des agneaux des races DS, D'man et Sardi. Mémoire 3^e cycle Agronomie, Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc.

14. MHARCHI A., 1991. Analyse génétique des performances de reproduction et de production des ovins de race Beni Guil à la ferme de sélection ovine d'Oued Isly à Oujda. Mémoire 3^e cycle Agronomie, Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc.

15. M'ZIAN S., 1994. Analyse génétique des performances de croissance et de reproduction de la race Sardi à la ferme de sélection Kra Kra. Mémoire 3^e cycle Agronomie, Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc.

16. PRUD'HON M., DENOY I., DESVIGNES A., 1968. Etude des résultats de six années d'élevage des brebis Mérinos d'Arles du domaine de Merle. III. La mortalité des agneaux. *Ann. Zootech.*, **17** : 159-168.

17. RICORDEAU G., TCHAMITCHIAN L., LEFEVRE C., BRUNEL J.C., 1977. Amélioration de la productivité des brebis Berrichonnes du Cher (BC) par croisement. IV. Durée de gestation et viabilité des agneaux Berrichon, Romanov et croisés F1, F2, et F3. *Ann. Génét. sél. Anim.*, **9** : 219-239.

18. SAS/STAT, 1988. User's Guide, version 6.03. Cary, NC, USA, SAS Institute.

19. TIJANI A., 1990. Analyse des performances de croissance et de reproduction chez les ovins de race Timahdite dans l'Ureo de Sidi Aissa et les troupeaux de sélection. Mémoire 3^e cycle Agronomie, Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc.

Reçu le 18.04.2003, accepté le 22.01.2004

Summary

Chikhi A., Boujenane I. Reproduction and Production Performances of Boujaâd Breed of Sheep in Morocco

The study concerned the analysis of 1264 reproduction performances, 1698 fleece weights, 1588 growth and viability performances and 184 fattening and carcass performances of Boujaâd breed of sheep. Data were collected during seven periods, between 1993-94 and 1999-2000, at the Deroua Experimental Station of INRA. The ewes' fertility rate and gestation length were 98% and 151 days, respectively, litter size at birth and weaning (90 days) 1.29 and 1.24, respectively, and litter weights at birth and weaning 5.03 and 26.8 kg, respectively. Fleece weight averaged 3.47 kg. Lambs weighed 3.89 kg at birth, 10.3 kg at 30 days and 21.8 kg at 90 days of age. Their average daily gain was 213 g from birth to 30 days and 190 g between 30 and 90 days. The mortality rate from birth to 90 days averaged 8%. After a fattening period of 66.4 days, male lambs born single exhibited an average daily gain of 280 g and a feed efficiency of 4.70 kg of feed per kilogram of weight gained. Slaughtered at 171 days of age, their slaughtering weight averaged 44.8 kg, hot carcass weight 22.4 kg, and dressing yield 50%. It was concluded that the Boujaâd sheep breed has promising potentialities that could be developed to increase meat production in Morocco.

Key words: Boujaâd Sheep – Reproduction – Wool – Growth – Fattening – Carcass – Morocco.

Resumen

Chikhi A., Boujenane I. Rendimiento de reproducción y de producción de los ovinos de raza Boujaâd en Marruecos

El presente estudio trató sobre el análisis de 1264 rendimientos de reproducción, 1698 pesos de vellón, 1588 rendimientos de crecimiento y de viabilidad y 184 rendimientos de engorde y de carcasa de los ovinos de raza Boujaâd. Los datos fueron recolectados durante siete campañas, de 1993-1994 a 1999-2000, en el sitio experimental de Deroua, del Inra. Las ovejas presentaron un promedio de tasa de fertilidad de 98%, una duración de gestación de 151 días, tamaños de la camada al nacimiento y al destete (90 días) de 1,29 y 1,24 respectivamente y los pesos de la camada al nacimiento y al destete de 5,03 kg y 26,8 kg respectivamente. El peso medio del vellón fue de 3,47 kg. Los corderos pesaron 3,89 kg al nacimiento, 10,3 kg a los 30 días y 21,8 kg a los 90 días. La velocidad de crecimiento fue de 213 g/día desde el nacimiento a los 30 días y de 190 g/día entre los 30 y 90 días. La tasa de mortalidad promedio entre el nacimiento y los 90 días fue de 8%. Después de un periodo promedio de engorde de 66,4 días, los corderos machos, nacidos de partos simples presentaron un promedio de ganancia cotidiana de peso de 280 g y un índice de consumo de 4,70 kg de alimento por kilogramo de ganancia de peso. Fueron sacrificados a una edad promedio de 171 días, con un peso vivo en matadero de 44,8 kg, un peso de carcasa caliente de 22,4 kg y un rendimiento de carcasa de 50%. Se concluye que la raza Boujaâd presenta potenciales prometedores y que es posible explotarla para el aumento de la producción de carne en Marruecos.

Palabras clave: Ovino Boujaâd – Reproducción – Lana – Crecimiento – Engorde – Cana animal – Marruecos.

Régulation de l'absorption intestinale du calcium chez le chamelon (*Camelus dromedarius*)

M. El Khasmi^{1*} F. Riad¹ A. Safwate¹
M. Farh¹ A. Belhouari¹ K. Hidane²
N. El Abbadi³ V. Coxam⁴ B. Faye⁵

Mots-clés

Camelus dromedarius – Dromadaire – Animal nouveau-né – Absorption digestive – Calcium – Maroc.

Résumé

L'hypercalcémie et l'hyperphosphatémie postprandiales, ainsi que l'absorption intestinale du calcium (Ca), ont été mesurées chez 12 chamelons. Les animaux ont été divisés en quatre groupes de trois individus. Les groupes 1 et 2 ont reçu une perfusion intraveineuse (IV) respectivement du fragment synthétique du peptide apparenté à l'hormone parathyroïdienne (PTHrP) et du solvant. Au début de la perfusion, les groupes 1 et 2 ont reçu par voie orale du lait artificiel. Les groupes 3 et 4 ont reçu des injections IV respectivement de $1\alpha,25$ -dihydroxyvitamine D₃ ($1\alpha,25(\text{OH})_2\text{D}_3$) et du solvant. A la dernière injection, les groupes 3 et 4 ont reçu par voie orale une solution de SrCl₂. Le PTHrP a induit une élévation significative de l'hypercalcémie et de l'hyperphosphatémie postprandiales. Ce peptide n'a influencé ni le volume urinaire, ni l'excrétion rénale du Ca, alors qu'il a provoqué une augmentation de l'excrétion rénale du phosphore (P). La $1\alpha,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ a engendré une augmentation significative des taux plasmatiques du strontium (Sr), du Ca et du P. La $1\alpha,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ n'a induit d'effet significatif ni sur le volume urinaire, ni sur l'excrétion rénale du Ca, du P et du Sr. Au vu de ces résultats, le PTHrP et la $1\alpha,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ semblent jouer un rôle prépondérant dans la croissance osseuse chez le chamelon.

■ INTRODUCTION

Des concentrations élevées en peptide apparenté à l'hormone parathyroïdienne (PTHrP) et en 25-hydroxyvitamine D (25-OH-D) ont été mises en évidence dans le lait de la chamelle postparturiente (14, 15). En effet, chez les ruminants domestiques, le PTHrP sti-

mule les transferts du calcium (Ca) et du phosphore (P) au niveau placentaire (3), mammaire (2) et ruminal (31). Cette action pourrait être stimulée par l'intermédiaire de la synthèse de la $1\alpha,25$ -dihydroxyvitamine D₃ ($1\alpha,25(\text{OH})_2\text{D}_3$) (3) qui est le métabolite le plus actif de la vitamine D (8). D'autre part, la croissance et le développement osseux au cours de la période néonatale sont étroitement liés à l'apport en Ca, en P et en vitamine D contenus dans le lait (6).

En revanche, la présence du PTHrP et de la vitamine D dans le lait camelin pose le problème de leur action éventuelle sur l'absorption intestinale chez le chamelon nouveau-né. A la connaissance des auteurs, aucun travail, jusqu'à présent, n'a été réalisé sur le rôle physiologique que pourraient jouer le PTHrP et la vitamine D dans la contribution à la croissance néonatale chez le dromadaire.

Dans ce travail, les auteurs ont testé l'effet du PTHrP sur la calcémie et la phosphatémie postprandiales et l'action de la $1\alpha,25$ -dihydroxyvitamine D₃ ($1\alpha,25(\text{OH})_2\text{D}_3$) sur l'absorption intestinale du calcium en utilisant le test du strontium stable, chez le chamelon.

1. Unité de recherche « Hormones et métabolisme », département de Biologie, faculté des Sciences Ben M'Sik-Sidi Othman, Casablanca, Maroc

2. Dpa, service vétérinaire à Dakhla, Sahara, Maroc

3. Laboratoire des applications médicales et biologiques, Centre national de l'énergie des sciences et des techniques nucléaires, Rabat, Maroc

4. Inra Theix, 63122 Saint-Genès Champanelle, Clermont-Ferrand, France

5. Cirad-emvt, TA30/A, campus international de Baillarguet, 34398 Montpellier Cedex 5, France

* Auteur pour la correspondance

Tél. : 212 022 704671 ; fax : 212 022 70 46 75 ;

e-mail : elkhasmi_mohammed@hotmail.com

MATERIEL ET METHODES

Animaux et traitements

Cette étude a été conduite dans la station d'élevage camelin de Laâyoune (Sud marocain) sur 12 chamelons (*Camelus dromedarius*), répartis en quatre groupes de trois animaux. Les groupes 1 et 2 ont été séparés de leur mère depuis la naissance et nourris au lait artificiel de soja. Ce dernier est dépourvu de PTHrP et sa teneur en Ca et en P a été modifiée pour qu'elle soit proche de celle du colostrum camelin (respectivement 1 650 et 1 100 mg/l) (15). A l'âge de trois jours, les groupes 1 et 2 (poids corporel égal à 36 ± 2 kg) ont reçu une perfusion intraveineuse (IV) respectivement de 15 ml d'une solution contenant 0,175 nmole de PTHrP (fragment synthétique : 1-34) (Bissendorf Biochemicals GmbH, Hanovre, Allemagne) et de 15 ml de NaCl 0,9 p. 100 contenant 0,01 p. 100 de sérum albumine bovine (Bsa). Au début de la perfusion, les deux groupes ont reçu par voie orale 180 ml de lait artificiel de soja. Le PTHrP a été dissout dans du NaCl 0,9 p. 100 contenant 0,01 p. 100 de Bsa. La moitié de la dose de PTHrP ou du sérum physiologique a été injectée rapidement, l'autre moitié ayant été perfusée lentement pendant une heure. Les groupes 3 et 4 étaient âgés de 4 à 6 mois et pesaient 133 ± 14 kg. Ils ont reçu aux heures 0, 12 et 24 une injection IV respectivement de 6,65 µg de $1\alpha,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ (Sigma, Aldrich) et du sérum physiologique. A la dernière injection, les deux groupes ont reçu par voie orale 360 ml d'eau distillée contenant 4,1 mmoles de SrCl_2 (Sigma, Aldrich).

Prélèvements sanguins et urinaires

Le sang a été prélevé sur héparine 30 min avant le traitement, au début (0 min) et à 60, 120, 180, 240 et 300 min après celui-ci. Les urines ont été collectées avant et après le traitement selon des périodes de 12 h chez les groupes 1 et 2, et de 5 h chez les groupes 3 et 4, à l'aide de sacs en plastique adaptés à l'appareil urinaire des animaux. Le volume urinaire a été mesuré, le sang a été centrifugé et les échantillons urinaires et plasmatiques ont été conservés à -20°C jusqu'aux analyses ultérieures.

Dosages et analyses statistiques

Le calcium et le strontium (Sr) ont été dosés par spectrophotométrie d'absorption atomique à la suite d'une dilution au lanthane. Les phosphates ont été mesurés par colorimétrie (Kit, Biotrol, Phosphore Monoréactif, Biotrol, Paris, France). Les résultats ont été présentés sous forme de moyenne plus ou moins l'écart-type ($X \pm \text{SEM}$). Le test U de Mann-Whitney a été utilisé pour comparer les valeurs mesurées chez les différents groupes.

RESULTATS

Les animaux du groupe traité par le PTHrP ont montré une hypercalcémie et une hyperphosphatémie postprandiales significativement très élevées, comparées au groupe témoin ayant reçu le lait artificiel seul. Deux heures après l'ingestion du lait, les taux plasmatiques (mg/l) de Ca et de P ont été significativement très élevés ($P < 0,05$) par rapport à ceux du groupe témoin (respectivement $137,8 \pm 4,7$ vs $117,9 \pm 3,7$ et $143,3 \pm 3,8$ vs $115,6 \pm 4,2$) (figure 1). L'élévation des taux plasmatiques du Ca et du P induite par le PTHrP a été maintenue jusqu'à la fin du test (figure 1).

Chez le groupe traité par le PTHrP, la teneur (mg/l) du Ca dans les urines émises pendant 12 h après l'ingestion du lait n'a subi aucune variation significative par rapport à celle du groupe témoin ($20,3 \pm 1,6$ vs $22,8 \pm 2,9$), alors que celle du P a été significativement très élevée ($P < 0,05$), comparée à celle des urines collectées pour la même période chez le groupe témoin ($11,8 \pm 2,4$ vs $7,8 \pm 0,8$)

(figure 2). Dans les mêmes conditions expérimentales, le traitement par le PTHrP n'a induit aucune variation significative du volume des urines récoltées pendant une période de 12 h après l'administration orale du lait par rapport au témoin (342 ± 39 vs 350 ± 36) (figure 2).

La cinétique d'apparition du Sr dans le sang chez le groupe traité par la $1\alpha,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ et le groupe témoin (figure 3) montre que cinq heures après l'administration orale du Sr, la concentration plasmatique de celui-ci a atteint $57,1 \pm 5,1$ µmol/l et $45,2 \pm 4,3$ µmol/l ($P < 0,05$) respectivement chez le groupe traité et le groupe témoin. Dans les mêmes conditions expérimentales, la $1\alpha,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ a induit une augmentation significative ($P < 0,05$) des taux plasmatiques (mg/l) du Ca et du P. Ainsi, cinq heures après l'arrêt du traitement, la calcémie et la phosphatémie ont été respectivement de $104,8 \pm 4,1$ et $70,8 \pm 2,7$ chez le groupe traité, et de $94,3 \pm 3,7$ et $64,5 \pm 2,4$ chez le groupe témoin (figure 4). Le traitement à la $1\alpha,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ n'a induit aucune variation significative du volume urinaire, ni de l'excrétion rénale du Ca, du P et du Sr (figures 5 et 6).

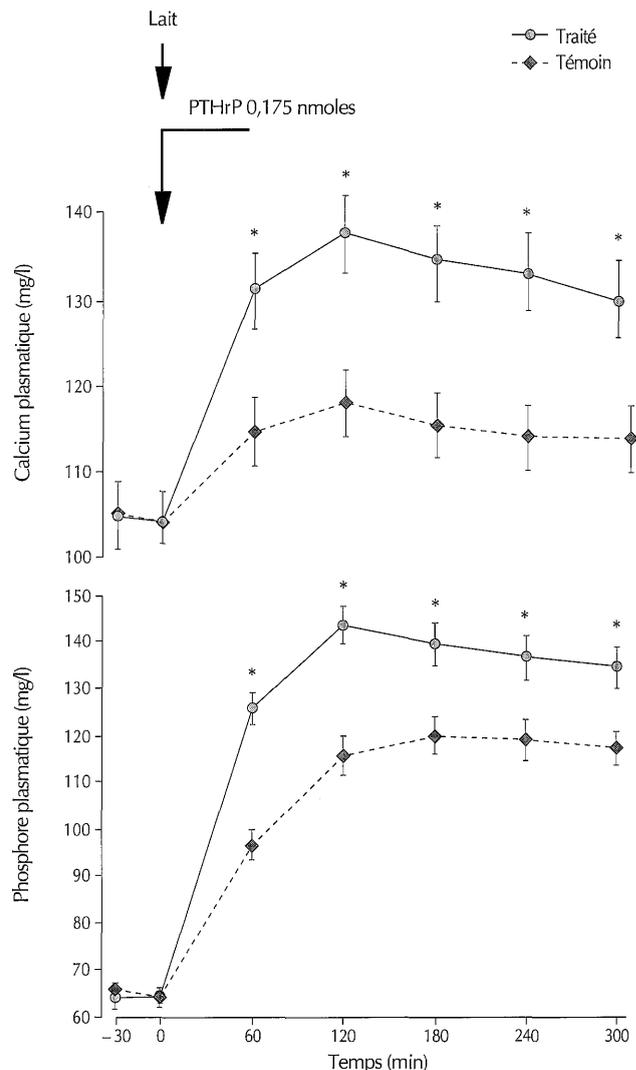


Figure 1 : calcémie et phosphatémie postprandiales chez deux groupes de trois chamelons. L'un a reçu une perfusion intraveineuse d'une solution du peptide apparenté à l'hormone parathyroïdienne (PTHrP) et l'autre est le témoin. Au début de la perfusion, les animaux ont reçu par voie orale du lait artificiel (moyenne \pm SEM ; * $p < 0,05$; comparaison simultanée entre les chamelons traités et témoins).

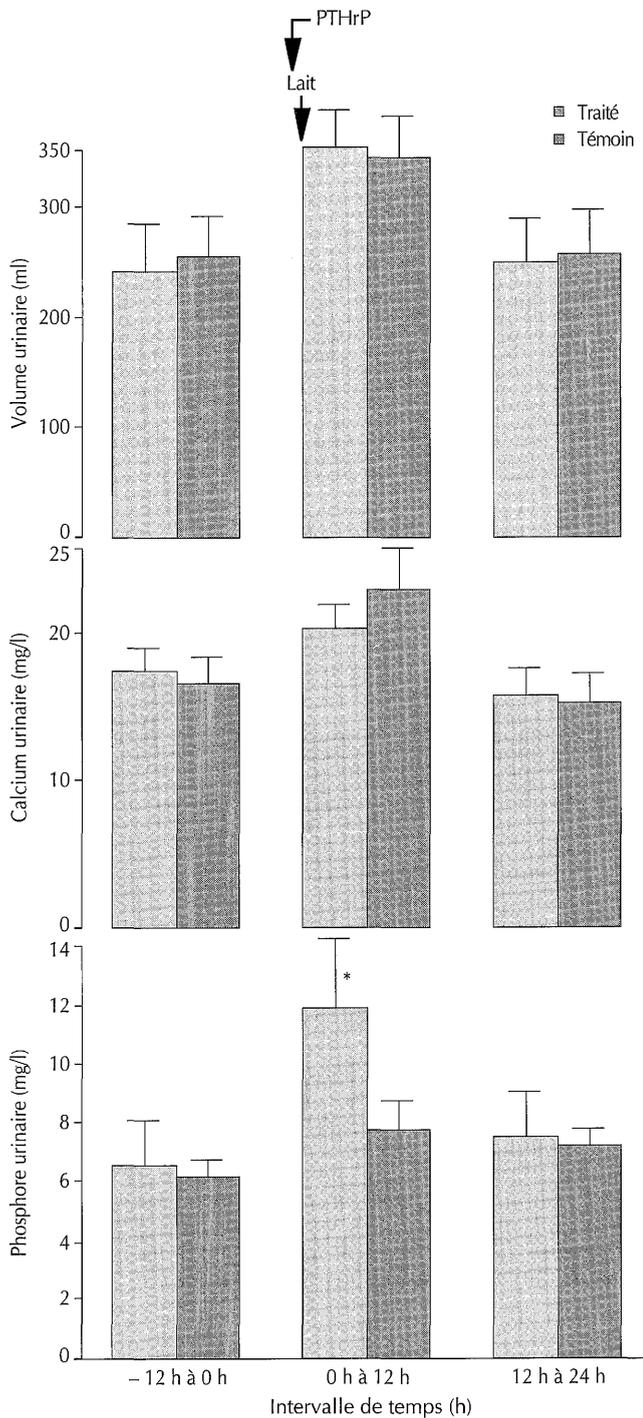


Figure 2 : volume, calcium et phosphore urinaires chez deux groupes de trois chamelons. L'un a reçu une perfusion intraveineuse d'une solution du peptide apparenté à l'hormone parathyroïdienne (PTHrP) et l'autre est le témoin. Au début de la perfusion, les animaux ont reçu par voie orale du lait artificiel. Les urines ont été collectées par périodes de 12 h avant et après traitement (moyenne \pm SEM ; * $p < 0,05$; comparaison simultanée entre les chamelons traités et témoins).

Figure 4 : évolution de la calcémie et de la phosphatémie chez deux groupes de trois chamelons ; un groupe préalablement traité par voie intraveineuse avec la $1\alpha,25$ -dihydroxyvitamine D_3 ($3 \times 6,65 \mu\text{g}/\text{kg}$) et un groupe témoin. A la dernière injection, les animaux traités et témoins ont reçu par voie orale 4,1 nmoles de SrCl_2 (moyenne \pm SEM ; * $p < 0,05$; comparaison simultanée entre les chamelons traités et témoins aux mêmes stades de mesure).

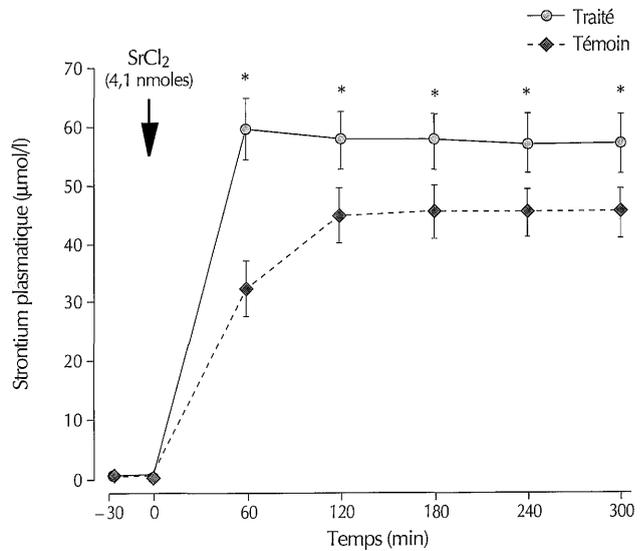
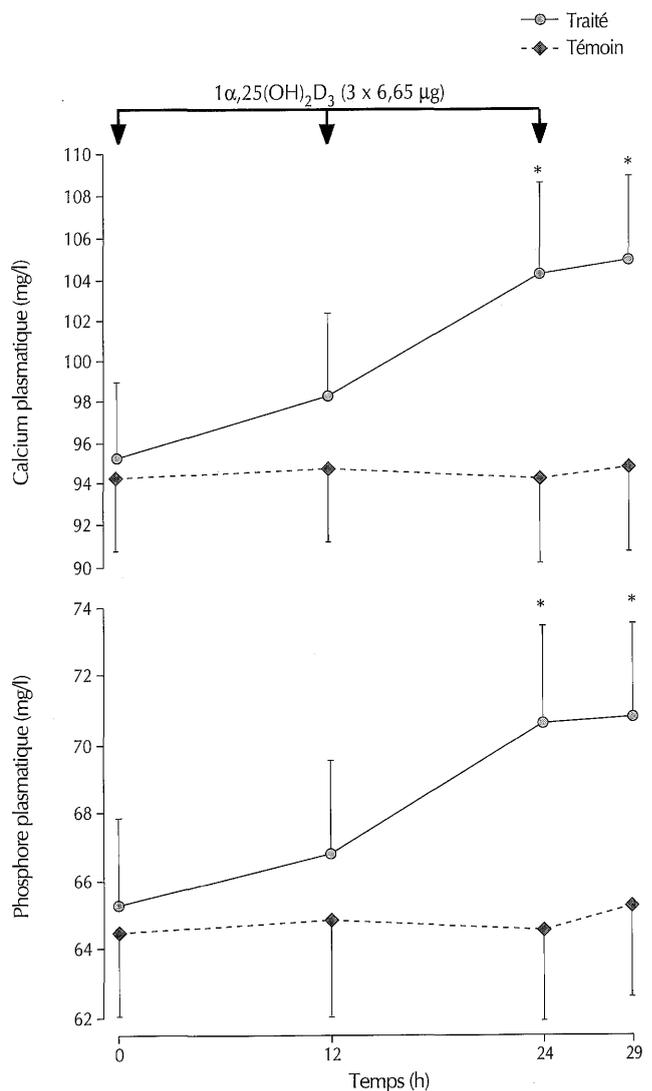


Figure 3 : évolution des taux plasmatiques du strontium après administration orale de 4,1 nmoles de SrCl_2 chez deux groupes de trois chamelons ; un groupe préalablement traité par voie intraveineuse avec la $1\alpha,25$ -dihydroxyvitamine D_3 ($3 \times 6,65 \mu\text{g}$) et un groupe témoin (moyenne \pm SEM ; * $p < 0,05$; comparaison simultanée entre les chamelons traités et témoins aux mêmes stades de mesure).



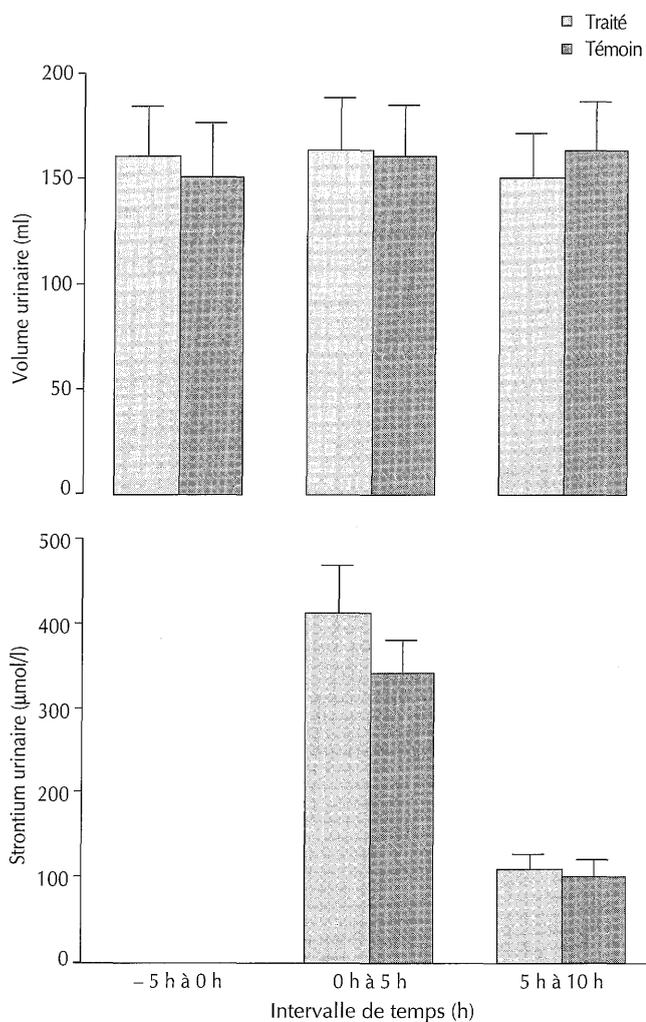


Figure 5 : volume et strontium urinaires chez deux groupes de trois chamelons ; un groupe préalablement traité par voie intraveineuse avec la $1\alpha,25$ -dihydroxyvitamine D_3 ($3 \times 6,65 \mu\text{g}$) et un groupe témoin. A la dernière injection IV, les animaux ont reçu une dose orale de $4,1 \text{ nmoles}$ de SrCl_2 (moyenne $\pm \text{SEM}$; aucune différence significative entre les animaux traités et témoins aux mêmes stades de mesure n'a été enregistrée).

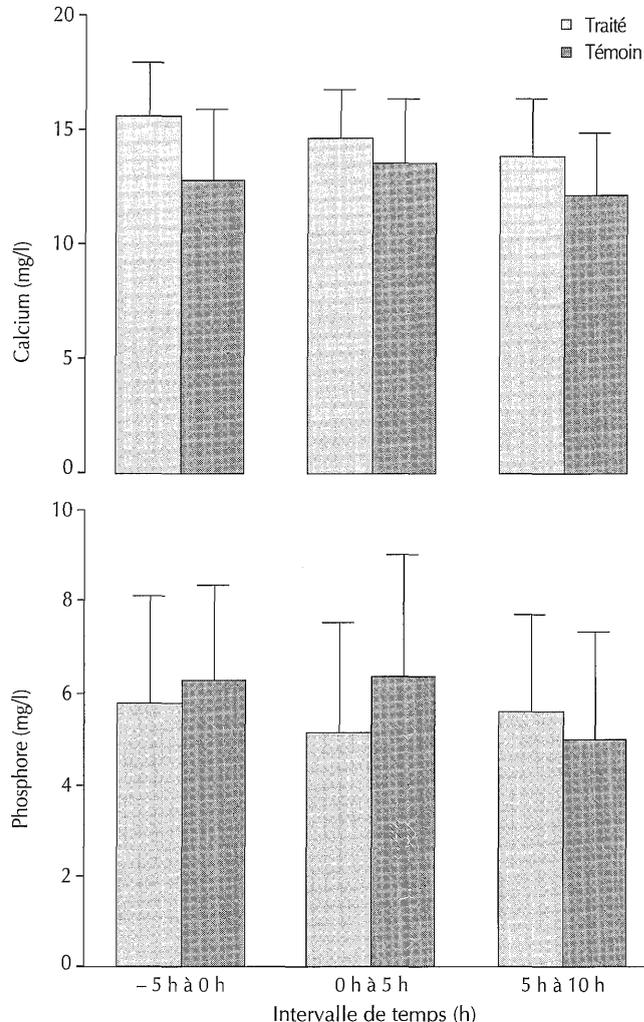


Figure 6 : calcium et phosphore urinaires chez deux groupes de trois chamelons ; un groupe préalablement traité par voie intraveineuse avec la $1\alpha,25$ -dihydroxyvitamine D_3 ($3 \times 6,65 \mu\text{g}$) et un groupe témoin. A la dernière injection IV, les animaux ont reçu une dose orale de $4,1 \text{ nmoles}$ de SrCl_2 . Les urines ont été collectées par périodes de 5 h avant et après l'administration de SrCl_2 (moyenne $\pm \text{SEM}$; aucune différence significative entre les animaux traités et témoins aux mêmes stades de mesure n'a été enregistrée).

■ DISCUSSION

Dans les conditions expérimentales de l'étude, l'hypercalcémie post-prandiale induite par le fragment 1-34 synthétique du PTHrP humain pourrait indiquer l'effet d'une stimulation des transferts phosphocalciques au niveau intestinal par le PTHrP, probablement comme il le fait au niveau placentaire (3) et mammaire (2). D'ailleurs, chez les ovins, le PTHrP stimule l'absorption de Ca et de P au niveau de l'épithélium ruminal (13). D'autre part, le PTHrP pourrait potentialiser indirectement les capacités de l'absorption phosphocalcique intestinale en induisant le relâchement (23) ou le développement (9) du tractus gastro-intestinal.

Chez les animaux de cette étude, les effets hypercalcémiant et hyperphosphatémiant du PTHrP pourraient résulter d'un effet direct du peptide au niveau de l'entérocyte, ou indirect, consécutif à une augmentation du taux plasmatique du calcitriol (3) ou à une élévation de l'activité des récepteurs de ce dernier (10). En effet, le PTHrP interagit avec les mêmes récepteurs de la PTH au niveau de l'os et du rein (24) et pourrait donc être capable de stimuler la production du calci-

triol par le rein (32). Ce dernier – le métabolite le plus actif de la vitamine D – augmente les taux plasmatiques du Ca et du P aussi bien chez les bovins (27) que chez les camélins (25).

Le mécanisme d'action du PTHrP au niveau cellulaire n'est pas encore bien déterminé. Sur des cellules rénales (lignée provenant du tubule proximal d'Opossum), le PTHrP (1-34) augmente la concentration intracellulaire de Ca ionisé et d'adénosine monophosphate cyclique (AMPC) (33). Les travaux de Klein-Nulend et coll. (20), réalisés *in vitro* sur des calottes crâniennes de fœtus de rat, ont montré que le fragment (1-34) de PTHrP stimule la formation d'AMPC. Ce peptide provoque aussi un relâchement de la musculature lisse utérine, probablement par diminution du groupe cytosolique de Ca^{2+} . Cette diminution pourrait être obtenue à la suite de la stimulation des ATPases Ca dépendantes (ou pompes à Ca) de la membrane plasmique et du système endomembranaire.

Dans les conditions expérimentales de l'étude, le PTHrP a induit une élévation de l'excrétion urinaire du P. Des résultats analogues ont été rapportés chez la souris (22) et la chamelle (26) en lactation. En

revanche, l'hyperphosphaturie observée pourrait être expliquée par une inhibition de la réabsorption tubulaire proximale de phosphate (12). Cette action a été montrée indirectement dans d'autres travaux. En effet, chez la vache, la tétée ou la traite sont associées à une hyperphosphaturie couplée à une sécrétion mammaire du PTHrP (1). Cette hyperphosphaturie est indépendante de la parathormone (PTH) et de la calcitonine et se manifeste donc même après thyroïdectomie. Par ailleurs, après perfusion d'un inhibiteur compétitif spécifique du récepteur PTH/PTHrP, l'hyperphosphaturie consécutive à la traite ne pourrait se manifester (1). Le PTHrP semble agir au niveau des tubules rénaux par inhibition de la réabsorption proximale des phosphates (11) et stimulation de celle du Ca (21), et par activation de la 1α -hydroxylase, ce qui augmente la synthèse du calcitriol dans les cellules proximales (31).

Chez les chamelons de la présente étude, la cinétique du Sr plasmatique après son administration orale a été similaire à celle rapportée chez le rat (28) et la chèvre (16) et pourrait être utilisée comme un marqueur de l'absorption du Ca, étant donné les grandes similitudes des propriétés chimiques entre ces deux ions. En effet, plusieurs travaux ont montré que le transport du Sr à travers les membranes des cellules entérocytaires et tubulaires rénales est effectué par les mêmes transporteurs utilisés par le Ca, et que l'absorption intestinale du Sr est significativement corrélée avec celle du Ca pendant cinq heures après leur administration orale (17). En outre, chez certains ruminants domestiques, il a été rapporté que 10 à 15 p. 100 de la dose du Sr administré par voie orale sont absorbés (30) et que le test du Sr pourrait être appliqué dans les essais cliniques d'exploration de l'absorption intestinale du Ca (16).

Chez les chamelons traités à la $1\alpha,25(\text{OH})_2\text{D}_3$, l'absorption intestinale du Sr a été significativement très élevée par rapport à celle des chamelons témoins. Des observations analogues rapportées chez l'homme (28) ont mis en évidence une corrélation positive entre les taux sériques de la $1\alpha,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ et ceux du Ca (19).

Dans la présente étude, le traitement à la $1\alpha,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ a aussi induit une hypercalcémie et une hyperphosphatémie significatives. Des résultats similaires ont été obtenus à la suite d'un traitement à la 1α -hydroxyvitamine D, aussi bien chez les ovins (6) que chez les bovins (27) et la chabelle en lactation (25). Cet effet pourrait résulter vraisemblablement d'une stimulation de l'absorption intestinale du Ca et du P (5). D'ailleurs, les taux plasmatiques élevés de la $25(\text{OH})\text{D}$ et de la $1,25(\text{OH})_2\text{D}$ déjà observés chez le chamelon nouveau-né (14) sont associés à une hypercalcémie et une hyperphosphatémie importantes, ce qui suggère que ces métabolites pourraient réguler le métabolisme osseux, en modulant vraisemblablement les processus de l'absorption intestinale du Ca et du P apportés dans le lait au cours de la croissance néonatale (29).

La $1\alpha,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ pourrait potentialiser le transfert calcique au niveau de l'épithélium intestinal, en stimulant la synthèse de la calbindine protéine (CaBP). En effet, chez le rat nouveau-né, l'augmentation des taux des ARNm de la CaBP et des récepteurs de la vitamine D dans l'intestin coïncide avec la période où les taux plasmatiques de la $1\alpha,25(\text{OH})_2\text{D}$ sont plus élevés (18).

Cependant, bien qu'une supplémentation en vitamine D soit capable d'améliorer significativement l'absorption intestinale du Ca et/ou du P, comme dans le cas du porc carencé en cette vitamine (7), certaines espèces semblent échapper partiellement ou totalement au contrôle du métabolisme phosphocalcique par ce coéco-stéroïde. Ainsi, chez le lapin, une carence chronique en vitamine D n'a pas d'effet significatif sur l'absorption intestinale du Ca et du P, alors qu'elle diminue l'excrétion urinaire de ces minéraux (4).

Chez les animaux de cette étude, le Sr a été facilement éliminé dans les urines (2,7 à 3,6 p. 100 de la dose orale administrée ont été

éliminés au bout de cinq heures). Dans les conditions de l'étude, la $1\alpha,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ n'a influencé ni l'excrétion rénale du Sr, ni celles du Ca et du P suggérant le grand pouvoir de réabsorption rénale connu chez le dromadaire.

Chez le chamelon nouveau-né, le PTHrP et la $1\alpha,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ engendrent une hypercalcémie et une hyperphosphatémie très importantes. Ces deux facteurs pourraient jouer un rôle physiologique prépondérant dans l'activation des processus de l'absorption intestinale du Ca et du P apportés dans le lait, afin de satisfaire les besoins phosphocalciques de la minéralisation osseuse et de l'intégrité du squelette encore intenses chez le chamelon.

Remerciements

Ce travail a pu être réalisé grâce à la collaboration de l'Action intégrée n° MA/03/82.

BIBLIOGRAPHIE

1. BARLET J.P., ABBAS S.K., CARE A.D., DAVICCO M.J., ROUFFET J., 1993. Parathyroid hormone-related peptide and milking-induced phosphaturia in dairy cows. *Acta Endocrinol.*, **129**: 332-336.
2. BARLET J.P., CHAMPREDON C., COXAM V., DAVICCO M.J., TRESSOL J.C., 1992. Parathyroid hormone-related peptide might stimulate calcium secretion into the milk of goats. *J. Endocrinol.*, **132**: 353-359.
3. BARLET J.P., DAVICCO M.J., COXAM V., 1990. Synthetic parathyroid hormone related peptide (1-34) fragment stimulates placental calcium transfer in ewes. *J. Endocrinol.*, **127**: 33-37.
4. BOURDEAU J.E., SCHWER-DYMERSKI D.A., STERN P.H., LANGMAN C.B., 1986. Calcium and phosphorus metabolism in chronically vitamin D-deficient laboratory rabbits. *Miner. Electrolyte Metab.*, **12**: 176-185.
5. BRAITHWAITE G.D., 1980. The effect of dose rate of 1α -hydroxycholecalciferol on calcium and phosphorus metabolism in sheep. *Br. J. Nutr.*, **44**: 183-191.
6. BRAITHWAITE G.D., 1983. Calcium and phosphorus requirements of the ewe during pregnancy and lactation. *Br. J. Nutr.*, **50**: 711-722.
7. BRANDIS M., HARMEYER J., KAUNE R., MOHRMANN M., MURER H., ZIMOLO Z., 1987. Phosphate transport in burch-border membranes from control and rachitic pig kidney and small intestine. *J. Physiol.*, **384**: 479-490.
8. BROMMAGE R., DE LUCA H.F., 1985. Evidence that $1,25$ dihydroxyvitamin D_3 is the physiologically active metabolite of vitamin D_3 . *Endocrinol. Rev.*, **6**: 491-511.
9. BUHLER C., HAMMON H., ROSSI G.L., BLUM J.W., 1998. Small intestinal morphology in eight-day old calves fed colostrum for different durations or only milk replacer and treated with long-R3-insulin-like growth factor and growth hormone. *J. Anim. Sci.*, **76**: 758-765.
10. COLSTON K.W., BERGER U., WILSON P., HADCOKS L., NAEEM I., EARL H.M., COOMBES R.C., 1988. Mammary gland $1,25$ dihydroxyvitamin D_3 receptor content during pregnancy and lactation. *Mol. Cell. Endocrinol.*, **60**: 15-22.
11. DAVICCO M.J., COXAM V., LEFAIVRE J., BARLET J.P., 1992. Parathyroid hormone related peptide increases urinary phosphate excretion in fetal lambs. *Exp. Physiol.*, **77**: 377-383.
12. DAVICCO M.J., ROUFFET J., DURAND D., LEFAIVRE J., BARLET J.P., 1993. Parathyroid hormone-related peptide may increase mammary blood flow. *J. Bone Miner. Res.*, **8**: 1519-1524.
13. DUA K., LEONHARD S., MARTENS H., ABBAS S.K., CARE A.D., 1994. Effects of parathyroid hormone and parathyroid hormone-related protein on the rates of absorption of Mg, Ca, Na, K, and P ions from the reticulo-rumen of the sheep. *Exp. Physiol.*, **79**: 401-408.
14. EL KHASMI M., RIAD F., SAFWATE A., BENGOUMI M., HIDANE K., DAVICCO M.J., COXAM V., FAYE B., BARLET J.P., 2000. Evolution comparée de quelques paramètres minéraux, de l'ostéocalcine, du $25(\text{OH})\text{D}$ et du $1,25(\text{OH})_2\text{D}$ chez la chabelle du Sud marocain et son chamelon nouveau-né. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **53**: 115-119.

15. EL KHASMI M., RIAD F., SAFWATE A., HIDANE K., FAYE B., DAVICCO M.J., COXAM V., BARLET J.P., 2001. Postpartum evolution of mammary secretion of minerals and 25-hydroxyvitamin D in lactating camels (*Camelus dromedarius*). *J. Camel Pract. Res.*, **8**: 131-135.
16. GIBBONS R.A., SANSOM B.F., SELLWORD R., 1972. The passage of calcium and strontium across the gut of anesthetized goat. *J. Physiol.*, **222**: 397-406.
17. HART H., SPENCER H., 1967. Rate of initial entry of ^{47}Ca and ^{85}Sr from the intestine into the vascular space. *Proc. Soc. exp. Biol. Med.*, **126**: 365-371.
18. HUANG Y.C., LEE S., STOLZ R., GABRIELIDES C., PANSINI-PORTA A., BRUNS M.E., BRUNS D.E., MIFFIN T.E., PIKE J.W., CHRISTAKOS S., 1989. Effect of hormones and development on the expression of the rat 1,25-dihydroxyvitamin D₃ receptor gene. Comparison with calbindin gene expression. *J. Biol. Chem.*, **264**: 17454-17461.
19. KINYAMU H.K., GALLAGHER J.C., PRAHL J.M., DELUCA H.F., PETRANICK K.M., LANSPA S.J., 1997. Association between intestinal vitamin D receptor, calcium absorption and serum 1,25 dihydroxyvitamin D in normal young and elderly women. *J. Bone Miner. Res.*, **12**: 922-928.
20. KLEIN-NULEND J., FALL P.M., RAISZ L.G., 1990. Comparison of the effects of synthetic human parathyroid hormone (PTH)(1-34) related peptide of malignancy and bovine PTH(1-34) on bone formation and resorption in organ culture. *Endocrinology*, **126**: 223-227.
21. MAC ISAAC R.J., HORNE R.S.C., CAPLE I.W., MARTIN T.J., WINTOUR E.M., 1993. Effects of parathyroidectomy, parathyroid hormone and PTHrP on kidneys of ovine fetuses. *Am. J. Physiol.*, **264**: E37-E44.
22. MELTON M.E., D'ANZA J.J., WIMBISCUS S.A., GRILL V., MARTIN T.J., KUKREJA S.C., 1990. Parathyroid hormone-related protein and calcium homeostasis in lactating mice. *Am. J. Physiol.*, **259**: E792-E796.
23. MOK L.L., COOPER C.W., THOMPSON J.C., 1989. Parathyroid hormone and parathyroid hormone related protein inhibit phasic contraction of pig duodenal smooth muscle. *Proc. Soc. exp. Biol. Med.*, **192**: 337-340.
24. NISSENSON R.A., DIEP D., STREWLER G.J., 1988. Synthetic peptides comprising the aminoterminal sequence of a parathyroid hormone like protein from human malignancies. *J. Biol. Chem.*, **263**: 12866-12871.
25. RIAD F., BENGOUIMI M., DAVICCO M.J., SAFWATE A., BARLET J.P., 1994. Influence of 1α -hydroxycholecalciferol on calcium and phosphorus concentration in camel milk. *J. Dairy Res.*, **61**: 567-571.
26. RIAD F., BENGOUIMI M., TRESSOL J.C., DAVICCO M.J., COXAM V., BARLET J.P., 1995. Endocrine regulation of calcium and phosphorus concentration in camel's milk. *Ann. Zootech.*, **44** (suppl.): 306.
27. RIAD F., LEFAIVRE J., BARLET J.P., 1987. 1,25-dihydroxycholecalciferol regulates salivary phosphate secretion in cattle. *J. Endocrinol.*, **112**: 427-430.
28. SIPS A.J.A.M., BARTO R., NETELENBOS J.C., VAN DER VIJGH W.J., 1997. Preclinical screening of the applicability of strontium as a marker for intestinal calcium absorption. *Am. J. Physiol.*, **272**: E422-E428.
29. VENKATARAMAN P.S., TSANG R.T., 1995. Calcium, magnesium and phosphorus in the nutrition of the newborn. *J. Am. Coll. Nutr.*, **14**: 439-447.
30. VOLF N., 1971. Intestinal absorption of strontium. In: Skoryna S.C., Waldron-Edward D Eds, Intestinal absorption of metal ions, trace elements and radionuclides. Oxford, UK, Pergamon, p. 277-292.
31. WALKER A.T., STEWART A.F., KORN E.A., SHIRATORI T., MITNICK M.A., CARPENTER T.O., 1990. Effect of parathyroid hormone-like peptides on 25-hydroxyvitamin D-1-hydroxylase activity in rodents. *Am. J. Physiol.*, **258**: E297-E303.
32. WALLING M.W., 1982. Regulation of intestinal calcium and inorganic phosphate absorption. Endocrinology of calcium metabolism. New York, NY, USA, Raven Press, p. 87-102.
33. YAMOMOTO Y., FUKASE M., FUJII Y., FUJITA T., 1989. The effects of human parathyroid hormone related peptide on cytosolic free calcium and cAMP production in opossum kidney cells. *Bone Miner.*, **7**: 221-231.

Reçu le 06.05.2003, accepté le 22.01.2004

Summary

El Khasmi M., Riad F., Safwate A., Farh M., Belhouari A., Hidane K., El Abbadi N., Coxam V., Faye B. Regulation of Calcium Intestinal Absorption in the Camel Calf (*Camelus dromedarius*)

Postprandial hypercalcemia and hyperphosphatemia, as well as intestinal calcium (Ca) absorption were measured in 12 newborn camels. They were divided into four groups of three animals. Groups 1 and 2 received an i.v. infusion of synthetic human parathyroid hormone (PTH)/PTH-related peptide (PTHrP) or solvent alone, respectively. At the beginning of infusion, groups 1 and 2 received an oral administration of artificial milk. Groups 3 and 4 received i.v. injections of $1\alpha,25$ -dihydroxyvitamin D₃ ($1\alpha,25(\text{OH})_2\text{D}_3$) or of solvent, respectively. At the last injection, groups 3 and 4 received an oral administration of SrCl_2 . PTHrP induced a significant rise in postprandial hypercalcemia and hyperphosphatemia. It had no significant effect on urinary volume or on Ca renal excretion, but it increased phosphorus (P) renal excretion. $1\alpha,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ induced a significant increase in plasma levels of strontium, Ca and P. $1\alpha,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ did not induce significant variations on the urinary volume nor on Ca, P, or Sr renal excretion. These results seem to show that PTHrP and $1\alpha,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ play a major role in bone growth of camel calves.

Key words: *Camelus dromedarius* – Dromedary – Newborn animal – Digestive absorption – Calcium – Morocco.

Resumen

El Khasmi M., Riad F., Safwate A., Farh M., Belhouari A., Hidane K., El Abbadi N., Coxam V., Faye B. Regulación de la absorción intestinal de calcio en el camellejo (*Camelus dromedarius*)

La hipercalcemia y la hiperfosfatemia post-prandiales se midieron en 12 camellejos, así como la absorción intestinal de calcio (Ca). Los animales se dividieron en cuatro grupos de tres individuos. Los grupos 1 y 2 recibieron una perfusión intravenosa (IV) del fragmento sintético de un péptido de la familia de la hormona paratiroidea (PTHrP) y del solvente, respectivamente. Al inicio de la perfusión, los grupos 1 y 2 recibieron leche artificial por vía oral. Los grupos 3 y 4 recibieron inyecciones IV de $1\alpha,25$ -dihydroxyvitamin D₃ ($1\alpha,25(\text{OH})_2\text{D}_3$) y del solvente, respectivamente. En el momento de la última inyección, los grupos 3 y 4 recibieron una solución de SrCl_2 por vía oral. El PTHrP indujo un aumento significativo de la hipercalcemia y de la hiperfosfatemia post-prandiales. Este péptido no influyó ni el volumen urinario ni la excreción renal de Ca, mientras que provocó un aumento de la excreción renal de fósforo (P). La $1\alpha,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ generó un aumento significativo de los niveles plasmáticos del strontium (Sr), del Ca y del P. La $1\alpha,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ no tuvo efecto significativo ni sobre el volumen urinario ni sobre la excreción renal de Ca, de P y de Sr. Según estos resultados, el PTHrP y el $1\alpha,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ parecen jugar un papel preponderante en el crecimiento óseo del camellejo.

Palabras clave: *Camelus dromedarius* – Dromedario – Animal recién nacido – Absorción digestivo – Calcio – Morocco.

Actualités sur la reproduction chez la femelle dromadaire (*Camelus dromedarius*)

A. Zarrouk¹ O. Souilem^{1*} J. F. Beckers²

Mots-clés

Camelus dromedarius – Femelle – Reproduction – Physiologie animale – Reproduction sexuelle – Cycle oestral – Tunisie.

Résumé

La femelle dromadaire est une espèce saisonnière. L'activité sexuelle se déroule pendant une période courte de l'année, à savoir la saison des pluies. La mise à la reproduction intervient après quatre années d'âge. La femelle est aussi une espèce à ovulation provoquée et ne peut donc ovuler en l'absence de coït. Ces particularités physiologiques propres à l'espèce, auxquelles s'ajoute une gravidité longue en moyenne de 12,5 mois, constituent un frein à l'épanouissement de l'élevage camelin. Le présent article est une revue de synthèse qui vise à actualiser les connaissances sur la physiologie de la reproduction chez la femelle dromadaire en vue d'une meilleure application des biotechnologies de la reproduction.

■ INTRODUCTION

Le dromadaire est généralement considéré comme un animal se reproduisant peu. Ainsi l'élevage extensif n'est pas destiné à assurer un revenu économique basé sur la vente régulière de jeunes. Le regroupement des troupeaux en zone aride permet aux éleveurs de conserver le capital investi. Un regain d'intérêt se dessine depuis un peu plus d'une décennie pour les différents partenaires de la filière cameline grâce à l'assistance aux programmes de développement des sociétés de tradition cameline.

L'intensification de l'élevage de dromadaires de course et laitier nécessite de plus en plus le recours aux biotechnologies appliquées à la reproduction. La parfaite connaissance des particularités phy-

siologiques est indispensable pour optimiser les interventions dans l'espèce cameline, espèce dont les mérites ne sont pas des moindres si on les compare à ceux du cheval, considéré comme l'espèce noble des pays du nord du bassin méditerranéen.

Cette revue de synthèse aborde successivement les bases anatomiques de l'appareil génital femelle, l'activité sexuelle et les fonctions de gravidité, de parturition et de post-partum. Les techniques de la reproduction faisant appel à l'insémination artificielle et au transfert embryonnaire ne seront pas détaillées dans cette revue.

■ ANATOMIE DE L'APPAREIL GENITAL

Ovaires

Les ovaires sont sujets à de nombreux changements suivant le stade physiologique. L'ovaire gauche est généralement situé cranio-ventralement par rapport à l'ovaire droit (29). L'ovaire est un corps lobulé, plus ou moins ovoïde, aplati d'un côté à l'autre. Son poids varie au cours du cycle en fonction du nombre et de la taille des follicules, et peut ainsi passer du simple au double voire au triple (tableau I) (36). Chez la femelle non gravide et au repos sexuel, l'ovaire est ovale ou circulaire et aplati latéralement. A sa surface, on trouve de petits follicules de 3 à 5 mm de diamètre

1. Ecole nationale de médecine vétérinaire, service de physiologie-pharmacologie, département des Sciences fondamentales, Sidi Thabet, Tunisie

2. Faculté de médecine vétérinaire, service de physiologie de la reproduction, université de Liège, Belgique

* Auteur pour la correspondance

Tél. : (216) 71 55 22 00, poste 209 ; fax : (216) 71 55 24 41, E-mail : labanimal2004@yahoo.fr

Tableau I

Poids (g) de l'ovaire en fonction de son activité *

	Nb. d'animaux	Ovaire gauche	Ovaire droit
Ovaire non fonctionnel	25	3,89 ± 1,63	3,66 ± 1,49
Ovaire avec follicule de De Graaf	20	5,47 ± 2,62	5,51 ± 2,69
Ovaire avec corps jaune gestatif	18	8,51 ± 2,26	7,94 ± 2,5

* Source : Shalash, 1985, ICAPAZ

(29). Pendant les stades avancés de gravidité, les ovaires descendent avec l'utérus dans la cavité abdominale et sont difficilement palpables. L'ovaire est formé des deux parties : le cortex et la médulla. L'activité folliculaire prend place au niveau du cortex et l'ovulation peut se produire à n'importe quel point de la surface du cortex. L'activité folliculaire est dominée par la présence de quatre types de follicules : les follicules en croissance (2-4 mm), les follicules mûrs (13-20 mm), les follicules en régression opaques et les follicules anovulatoires (25-60 mm) à paroi mince ou épaisse à contenu variable (39, 44).

Voies génitales

Les oviductes jouent un rôle dans le stockage des spermatozoïdes comme chez tous les mammifères et cela se vérifie encore plus chez les camélidés (43). L'utérus des camélidés est bicorné avec la corne gauche légèrement plus grande que la droite. Chez les femelles nullipares, l'utérus est très petit et localisé dans la cavité pelvienne, alors que chez la femelle pubère non gravide, il se situe dans la cavité abdominale à la hauteur des 5, 6 et 7^{es} vertèbres lombaires. Le corps de l'utérus des femelles non gravides fait 2 à 3,5 cm de long et les cornes font 6 à 10 cm de longueur à droite et 8 à 15 cm à gauche. L'endomètre est dépourvu de caroncules et les glandes utérines sont simples, tubulaires et en nombre réduit par rapport à celles de la jument. Le col est court et a tendance à s'imbriquer dans le vagin. La taille et le diamètre sont respectivement de 4-6 cm et de 3,5-6,1 cm en période d'activité folliculaire (24). Le vagin est un organe élastique de 30,5 cm de long, les canaux de Gartner et les glandes de Bartholin sont bien développés.

■ ACTIVITE SEXUELLE

Puberté

La femelle atteint la puberté à l'âge de trois ans et est rarement mise à la reproduction avant l'âge de quatre ans. Une bonne alimentation et un bon entretien garantissent une entrée en reproduction précoce. Ces facteurs influencent le début de l'activité ovarienne et les chances de concevoir et de mener à terme une gestation. Si les femelles sont mises à la reproduction avant qu'elles aient atteint 70 p. 100 du poids adulte, elles courent un grand risque d'avorter (25). De même, il a été rapporté que la plupart des femelles âgées entre 1,5 et 2,5 années et ayant subi un traitement hormonal à base de gonadotropine chorionique équine

(eCG) en vue d'induire leur puberté ont bien répondu au traitement, mais par ailleurs elles ont présenté un taux élevé de mortalité embryonnaire. L'utilisation d'un tel traitement pour avancer l'âge à la puberté n'est pas recommandé (8, 34)

Période d'activité sexuelle

L'activité sexuelle se produit en général durant la période où les températures sont basses et les pluies abondantes, et où l'herbe est de qualité. Ainsi, la saison sexuelle s'étend du mois de mars au mois d'août au Soudan, et du mois de novembre au mois d'avril en Arabie (45) et en Tunisie (4). Les femelles de camélidés appartiennent à une espèce à ovulation provoquée et qui ne peut ovuler qu'en réponse à un accouplement (6). En effet, chez ces animaux, le réflexe neuroendocrinien impliquant la libération de l'hormone lutéotrope (LH) est provoqué par l'accouplement. Pour cette raison, les follicules tendent à croître, à avoir une période de maturité durant laquelle ils sont capables d'arriver à déhiscence et régressent de nouveau si l'ovulation n'est pas induite suite à un accouplement (6). C'est pour cela qu'il s'agit plutôt de modifications se produisant au niveau des follicules, comme étant un profil de vagues folliculaires, que de cycles œstraux.

Cycle folliculaire

Des études préliminaires basées sur des examens *post mortem* et des palpations transrectales ont permis de déterminer la durée du cycle folliculaire. Elle est de 17 à 23 jours en Inde (18), de 24 jours en Egypte et de 28 jours au Soudan (27). Elle tend à s'allonger au début et à la fin de la saison sexuelle (19 à 22 jours) alors qu'au milieu de celle-ci elle ne durerait que 12 à 15 jours (7).

L'ultrasonographie a permis de distinguer chez les camélidés quatre phases au cours du cycle (38, 39) : la phase de recrutement, de croissance, de maturité et de régression. La phase de recrutement, qui correspond à l'apparition sur la surface de l'ovaire de nombreux follicules de 2-3 mm de diamètre, dure en moyenne 2-4 jours (44). La phase de croissance correspond à la croissance de trois à six follicules jusqu'à l'émergence d'un ou deux follicules dominants. Chez le dromadaire, ces follicules peuvent croître à une vitesse de 0,5-1 mm par jour jusqu'à ce qu'ils atteignent approximativement 1 cm de diamètre. C'est alors qu'un ou deux follicules deviennent dominants et continuent à croître. Cette phase dure 6 à 10 jours. Dans la moitié des cas, le follicule dominant croît jusqu'à un diamètre maximal de 2 cm (1,5-2,5 cm) alors que les autres régressent. Dans l'autre moitié des cas, le follicule dominant continue à croître jusqu'à un diamètre maximal de 4,4 cm durant une période de 18 jours, avant de commencer à régresser. Cette phase correspond au proœstrus.

La phase de maturité correspond à l'œstrus. Elle inclut le temps où le follicule a atteint le diamètre maximal et est capable d'ovuler. Cette phase dure $7,6 \pm 0,8$ jours, si le follicule mûr a un diamètre de 1,5-2,5 cm, et $4,6 \pm 0,5$ jours si le follicule a atteint 4-6,4 cm de diamètre. Dans ce dernier cas, le follicule se trouve dans l'impossibilité d'ovuler. La dominance du follicule et la régression des follicules subordonnés sont probablement sous la dépendance de l'hormone folliculostimulante (FSH) et de la production *in situ* d'inhibine (46)

En l'absence de fécondation ou d'un traitement induisant l'ovulation, le follicule mûr commence à régresser (phase de régression) pendant une période de $11,9 \pm 0,8$ jours si le diamètre du follicule est de 1,5-2,5 cm et de $15,3 \pm 1,1$ jours pour les follicules de 4-6,4 cm de diamètre. Durant cette période, le contenu des follicules qui est généralement séreux va devenir échogénique suite à la présence de fibrine. Cinq types de follicule sont alors décrits (44) :

- les follicules à paroi mince avec un liquide clair ;
- les follicules à paroi épaisse contenant un liquide clair ;
- les follicules à paroi épaisse avec un contenu fibrineux ;
- les follicules hémorragiques ;
- les follicules lutéinisés susceptibles de produire des taux élevés de progestérone comme cela a été observé lors de la présence de corps jaune. Les nouveaux follicules apparaissent avant la régression du follicule dominant, donnant ainsi un intervalle entre deux vagues de $18,2 \pm 1,0$ jours. Le follicule ovulant s'affaisse au moment de l'ovulation et la cavité du follicule se remplit de sang donnant ainsi naissance au corps hémorragique.

Ovulation

L'ovulation chez les camélidés se produit 24-48 h après l'accouplement (21). Il est bien établi maintenant que l'accouplement avec un mâle complet ou vasectomisé induit l'ovulation chez les camélidés, mais le mécanisme précis n'est pas encore bien connu. Chez la chamelle, l'ovulation peut être induite aussi bien par un dépôt intra-vaginal de semences complètes que par un plasma dépourvu de spermatozoïdes, par injection intramusculaire de semences ou de liquide séminal (3, 30). Le fractionnement par chromatographie du liquide séminal a montré qu'il existait une fraction (fraction 3) qui avait la capacité de stimuler la libération de LH à partir de cultures cellulaires de la glande pituitaire de rat. Par ailleurs, l'injection par voie musculaire de cette fraction a provoqué une augmentation de la concentration sérique de LH chez la chamelle (53). Des expériences effectuées ultérieurement ont montré que le facteur induisant l'ovulation est stable à la chaleur et résiste à une chute brutale de pH à 3,5, suggérant l'implication d'une protéine bioactive. L'activité assimilée à la gonadolibérine (GnRH-like) de ce facteur a été montrée grâce à une culture cellulaire de glande pituitaire qui répond par une libération de FSH et de LH par l'hypophyse (32). Le facteur induisant l'ovulation comprend quatre couches protéiques : la première couche (extérieure) est formée de glycoprotéines ou mucine, la deuxième de protéines alcalines, la troisième de protéines acides, rattachées à la quatrième couche qui n'est autre que le noyau du facteur induisant l'ovulation (32). Ce facteur est probablement synthétisé par l'hypothalamus ou la glande pituitaire du mâle dans la mesure où l'ovulation n'a pas pu être induite par le dépôt dans le vagin d'extraits testiculaires ou du surnageant des glandes annexes (32).

Chez la femelle dromadaire, le déterminisme de l'ovulation est une combinaison de stimulus incluant des facteurs chimiques du plasma séminal, des réponses neurohormonales liées au coït et des effets des phéromones mâles (5, 6).

Signes extérieurs de l'œstrus

Les chaleurs correspondent à un état physiologique où la femelle accepte l'accouplement. La femelle s'approche fréquemment du mâle et émet un bruit rythmé caractéristique de son état. La queue est tendue et raide, dirigée vers l'arrière et remue dans le sens vertical. La femelle émet de petits jets d'urine quand le mâle flaire sa vulve. Pendant cette période, la femelle pâture rarement. Sa rumination est suspendue une journée avant l'œstrus puis devient irrégulière durant deux jours (18). Les chaleurs sont facilement détectables et s'étalent sur cinq à six jours.

Corps jaune

Le corps jaune se développe peu de temps après l'ovulation, atteint un maximum de développement, puis régresse si l'utérus n'est pas gravide. Il se développe lentement et régresse rapidement en l'absence de conception. Le corps jaune peut être soit visible par ultrasonographie au 4-5^e jour après l'accouplement, soit palpable

entre les 8-10^{es} jours après l'accouplement. Il tend à atteindre sa taille maximale au 8-9^e jour et régresse par la suite en l'absence de conception au 9-10^e jour après l'accouplement (39, 45). La lutéinisation se produit dans les 4 à 5 jours. Chez les femelles non gravides, le corps jaune a un diamètre 12-15 mm et un poids de 1,5 à 2 g (29), mais durant la gestation, la taille et le poids augmentent pour atteindre respectivement 22 ± 6 mm et $4,9 \pm 1$ g. La régression du corps jaune se produit à 10-12 jours (22) après un accouplement stérile ou juste après la parturition. Le corps blanc résultant de la régression du corps jaune gestatif a une consistance dure, il est de couleur blanc-grisâtre et n'est pas irrigué par des vaisseaux sanguins. De taille variable, il peut persister pendant une longue période (6). La durée de vie du corps jaune est courte, ce qui suggère que le signal antilutéolytique doit être transmis à la mère au 7-8^e jour pour permettre le maintien de la gravidité. Le signal de reconnaissance maternel est plus précoce chez le dromadaire que chez les autres espèces (37).

La lutéolyse chez les ruminants, la jument et la truie est provoquée par la libération pulsatile de la prostaglandine $F_2\alpha$ ($PGF_2\alpha$) au niveau de l'endomètre pendant le diœstrus. Chez les ruminants, la progestérone d'origine lutéale et l'œstradiol d'origine folliculaire agissent en tandem pour le développement et la sensibilité des récepteurs endométriaux à l'ocytocine (23, 46). L'ocytocine, d'origine lutéale mais aussi pituitaire, interagit avec ces récepteurs endométriaux pour stimuler la sécrétion pulsatile de la $PGF_2\alpha$ (11). Des études sur la femelle du dromadaire ont montré qu'il y avait une augmentation de la concentration basale de la $PGF_2\alpha$ entre les 8-10^{es} jours chez les animaux cyclés. Cette concentration de la $PGF_2\alpha$, coïncidant avec une diminution de la concentration de la progestérone, confirme la venue de la lutéolyse. La progestérone et la $PGF_2\alpha$ reviennent à leur concentration basale au 12^e jour (41). L'implication de la $PGF_2\alpha$ dans la lutéolyse chez le dromadaire a été montrée par l'injection de l'acide méclofénamique, un inhibiteur de la prostaglandine synthétase. Administrée à partir du 6^e jour après l'ovulation, cette molécule empêche la lutéolyse et permet le maintien du corps jaune. Chez la brebis, la vache et la jument, des injections de bolus de l'acide méclofénamique données au moment de la lutéolyse stimulent la libération de la $PGF_2\alpha$ endométriale (8, 13, 20), alors que chez les camélidés, l'injection de doses équivalentes 10 jours après l'ovulation ne provoque aucun effet. Ceci est probablement dû à l'absence complète ou à un faible nombre de récepteurs de l'ocytocine au niveau de l'endomètre chez cette espèce. Ces résultats suggèrent l'importance du rôle joué par la $PGF_2\alpha$ dans la lutéolyse et l'absence de son contrôle par l'ocytocine (42).

Variation hormonale au cours du cycle

Hormones gonadotropes (LH, FSH)

L'accouplement induit un pic de LH. La concentration plasmatique de LH augmente une heure après l'accouplement, atteint le maximum (3 à 19 ng/ml) 2 à 3 h après et commence à diminuer 6 h après. Elle semblerait intervenir dans le dernier stade du développement folliculaire (21, 22). Chez le chameau, le pic de LH survient 4 h après l'insémination et décroît 8 h après (50). Une augmentation de faible amplitude des concentrations de FSH est observée 3 à 4 jours après l'accouplement (22).

Stéroïdes sexuels - œstradiol 17β et testostérone

En l'absence d'accouplement, les niveaux d'œstradiol 17β prennent un aspect cyclique reflétant la croissance et la régression successive de follicules potentiellement ovulatoires. Les concentrations d'œstradiol plasmatique (valeur basale 25 pg/ml) augmentent avec la taille du follicule. Elles sont maximales (proches de

40 pg/ml) pour les follicules compris entre 1,3 et 2 cm. Cependant, si le follicule continue à croître (diamètre supérieur à 2 cm), les concentrations en œstradiol diminuent pour atteindre à nouveau 25 pg/ml, concentration qui se maintient jusqu'à la vague suivante. Ce phénomène explique que les follicules de diamètre important deviennent atrétiques et sont incapables d'ovuler dès qu'ils dépassent 2 cm, bien que la diminution de la sécrétion d'œstradiol soit en soi un signe d'atrésie et n'en soit pas la cause (39). La concentration en testostérone augmente avec la taille du follicule et décroît lorsque le follicule régresse (16).

Stéroïdes sexuels – progestérogène

La concentration plasmatique de la progestérogène reste inférieure à 1 ng/ml en l'absence d'accouplement et d'ovulation. Elle reste très faible pendant 3 à 4 jours après l'ovulation, puis augmente pour atteindre un pic de 3 ng/ml au 8-9^e jour après l'ovulation. Au 10-11^e jour, la concentration de la progestérogène diminue brutalement puis diminue encore au 11-12^e jour chez les femelles non gravides (38, 39).

■ GRAVIDITE

Durée de la gravidité

La durée totale de la gravidité est difficile à évaluer car il n'est pas aisé de préciser le moment de la saillie et surtout parce que la femelle peut être accouplée plusieurs fois. La durée de la gravidité varie entre 12 et 13 mois. Cette variation tient à plusieurs facteurs dont la race, le sexe des fœtus, la saison et le niveau nutritionnel (45).

Signal de reconnaissance maternel

Chez tous les animaux domestiques à la conception, un messenger biochimique est libéré empêchant la lyse cyclique du corps jaune par la PGF₂α. Chez les ruminants, ce messenger a été identifié comme étant l'interféron tau (17, 44). Chez le porc et le cheval, où le placenta est de type épithélio-chorial non invasif (1), aucune molécule de type interféron n'a été identifiée (19). Cependant, le tissu embryonnaire de ces espèces possède une importante activité aromatique permettant la synthèse d'œstrogènes dès le 10^e jour après l'ovulation (12, 15, 33). Chez la femelle du dromadaire, la durée de vie du corps jaune étant de 8 à 10 jours, le signal embryonnaire doit atteindre l'endomètre au 8-9^e jour.

Des études *in vitro* de culture de tissus embryonnaires ont montré que le conceptus camelin ne synthétise pas d'interféron tau comme chez les ovins, par exemple, mais qu'il y a d'importantes quantités d'œstrogènes (œstradiol 17β et œstrone) à partir du 10^e jour après l'ovulation. Cette concentration diminue dès le 22^e jour, pour atteindre des valeurs négligeables au 80^e jour (37). Des études complémentaires doivent être réalisées pour confirmer le rôle des œstrogènes comme signal embryonnaire de maintien de corps jaune chez le fœtus du dromadaire.

Type de placentation

Les études structurales ont montré qu'il s'agit d'un placenta de type épithélio-chorial diffus (47, 48) présentant des similitudes avec le placenta des suidés (1). Au 14^e jour après l'ovulation, les cellules trophoblastiques sous forme allongée d'allantochorion sont apposées aux cellules épithéliales de l'endomètre. Ceci implique la perte des microvillosités et une érosion considérable du glycocalyx au niveau de la zone de contact (40). D'autre part, il n'y a aucun signe à ce stade ni aux stades tardifs de formation de jonctions (desmosomes) entre les cellules fœtales et épithéliales maternelles, ni de pénétration du bord apical.

Endocrinologie de la gravidité

Progestérogène

La progestérogène est détectable dans le sérum maternel dès le 9^e jour après l'ovulation (3-4 ng/ml) et se maintient constante jusqu'au 90^e jour de gravidité. Par la suite, la concentration plasmatique en progestérogène diminue pour atteindre 2-4 ng/ml et reste stable jusqu'au 300^e jour. Aux 370-380^{es} jours, une diminution brutale de la concentration en progestérogène est observée, correspondant au jour précédant la mise bas ou au jour même (figure 1). La chute de la concentration de la progestérogène entre les 70 et 100^{es} jours demeure inexpliquée. Cependant, il semblerait que la présence d'un corps jaune actif soit requise tout au long de la gravidité, comme l'indique la concentration plasmatique constante de la progestérogène du 100^e jour jusqu'à terme. L'administration de PGF₂α à n'importe quel stade de la gravidité entraîne l'interruption de cette dernière. Chez la femelle du dromadaire, le placenta ne sécrète pas de progestérogène ou n'en produit qu'en quantité insuffisante pour maintenir l'état gravide (41).

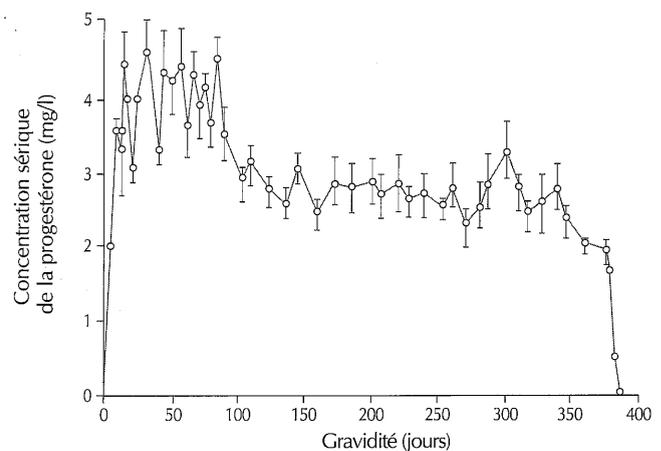


Figure 1 : concentration sérique de la progestérogène (moyenne ± écart-type) au cours de la gravidité (n = 8) (source : Skidmore et coll., 1996, *Reprod. Fertil. Dev.*).

œstradiol 17β

D'après Skidmore et coll. (41), la concentration plasmatique en œstradiol 17β augmente de façon significative 20 à 25 jours après l'ovulation pour se stabiliser à 90 pg/ml entre les 50 et 90^{es} jours de la gravidité. Cette augmentation peut avoir une origine ovarienne ou placentaire. L'origine placentaire est plus plausible dans la mesure où le placenta du fœtus camelin présente une grande capacité de conjugaison des œstrogènes.

La concentration plasmatique en œstradiol 17β reste stable avec une valeur de 40 ± 3,2 pg/ml pendant les 50 premiers jours de gravidité, puis elle augmente graduellement pour atteindre 90 pg/ml entre les 50 et 90^{es} jours de gravidité. La concentration plasmatique reste constante (100 pg/ml) jusqu'au 300^e jour, puis augmente brutalement aux alentours de 520 ng/ml le jour précédant la parturition. Le jour de la mise bas, cette valeur chute à 200 pg/ml environ. Le jour suivant, elle est de 32 pg/ml (figure 2).

Sulfate d'œstrone

Le profil du sulfate d'œstrone est semblable à celui de la truie et de la jument où l'on observe une augmentation brutale au début de

la gravidité. Cette augmentation brusque peut s'expliquer par la grande capacité d'aromatation du conceptus camelin (37). Il existe d'importantes variations individuelles de la concentration plasmatique du sulfate d'œstrone, mais le profil général est le même. Il s'agit d'un profil biphasique avec des pics aux alentours de 4 et 11 ng/ml respectivement aux 26 et 70^{es} jours. Puis après le 300^e jour de gravidité, la concentration augmente rapidement atteignant 46 ng/ml avant le part. La concentration en sulfate d'œstrone revient à la normale deux jours après le part (figure 3) (41).

Diagnostic de la gravidité

Dans les programmes de reproduction des camélidés, il est intéressant de diagnostiquer la gravidité le plus tôt possible, de manière précise lorsque la femelle a été accouplée. Ainsi la femelle qui n'est pas gravide peut être inséminée de nouveau ou être réintroduite dans un programme de transfert d'embryon. Quelle que soit

la méthode utilisée, il est important de noter qu'un seul examen ne peut suffire pour garantir une naissance à cause de la forte incidence de la mortalité embryonnaire tardive (40-50 jours de gravidité). La méthode traditionnelle utilisée par l'éleveur est celle du relevé de la queue. Une femelle gravide relève la queue quand un dromadaire mâle ou même quand l'éleveur s'approche d'elle. L'absence de fiabilité de cette méthode demande d'avoir recours à la palpation rectale pour confirmer le diagnostic. L'animal doit être baraqué et parfois tranquilisé. D'après les données de la littérature, il semblerait que la gravidité se produise toujours dans la corne gauche. La gravidité gémellaire est pratiquement inexistante chez la femelle dromadaire

L'échographie reste la technique de choix et permet d'établir un diagnostic de gravidité à partir du 17^e jour de gravidité où l'on visualise la vésicule embryonnaire et la présence du corps jaune (10). Les signes caractéristiques des différents stades de la gravidité sont reportés dans le tableau II.

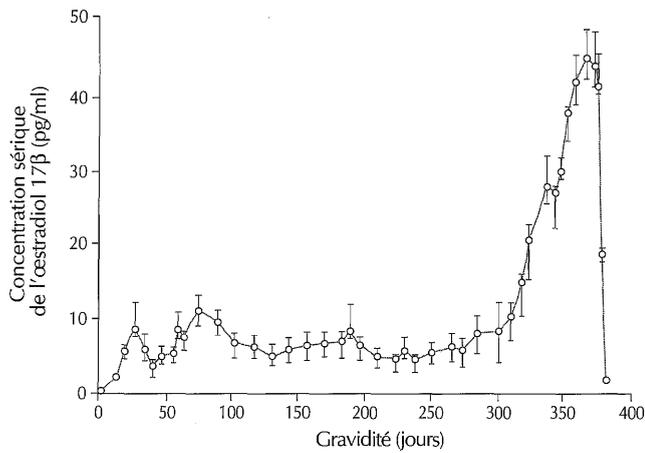


Figure 2 : concentration sérique de l'œstradiol 17β (moyenne ± écart-type) au cours de la gravidité (n = 8) (source : Skidmore et coll., 1996, *Reprod. Fertil. Dev.*).

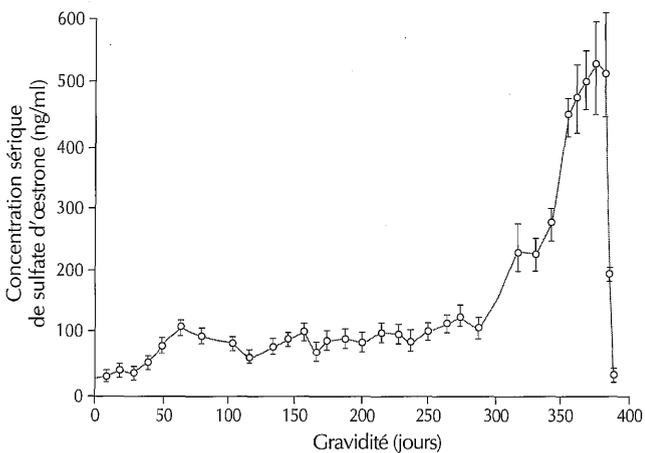


Figure 3 : concentration sérique du sulfate d'œstrone (moyenne ± écart-type) au cours de la gravidité (n = 8) (source : Skidmore et coll., 1996, *Reprod. Fertil. Dev.*).

Tableau II

Signes caractéristiques des différents stades de gravidité *

Gravidité	Signes caractéristiques
1 ^{er} mois	Présence d'un corps jaune sur l'un des ovaires
2 ^e mois	Corne utérine gauche uniformément élargie Corps jaune indifféremment sur l'ovaire droit ou gauche
3 ^e mois	Corne utérine gauche nettement plus grosse que la corne droite Ovaire en position abdominale
4 ^e mois	Col au bord du bassin Utérus encore totalement palpable en bordure du bassin
5 ^e mois	Utérus en position abdominale Fœtus parfois palpable
6 ^e mois	Paroi dorsale de l'utérus légèrement en dessous du plancher du bassin Ovaire corne droite toujours palpable
7 ^e mois	Utérus sous le plancher du bassin mais encore palpable Tête et pattes du fœtus identifiables
8 ^e mois	Tête, cou et pattes avant du fœtus palpables
9 ^e mois	Mouvements du fœtus deviennent détectables Balancement possible vers flanc droit
10 ^e mois	Mouvements évidents, ovaire corne droite devient difficilement palpable Début développement mammaire
11 ^e mois	Début d'hypertrophie mammaire et de relâchement vulvaire
12 ^e mois	Perception abdominale de la gravidité devient évidente Partie caudale de l'utérus occupe l'avant du bassin Relâchement ligament sacro-iliaque

* Source : Faye et coll., 1997, *Sanofi Nutrition animale*

■ PARTURITION ET POST-PARTUM

Déroulement du part

De trois à vingt-quatre heures avant l'apparition de la poche des eaux, l'animal se montre agité, se couche et se redresse. La femelle a tendance à s'isoler et à s'éloigner du troupeau. Le chamelon se présente la plupart du temps en position antérieure, les membres en avant puis assez rapidement la tête. L'accouchement est en général rapide. La durée du travail varie selon les observations entre 10 et 300 min avec une moyenne de 45 min. Les cas de dystocies (difficulté de mise bas) sont rares et ne nécessitent qu'exceptionnellement une assistance à la mise bas. Le liquide et les membranes fœtales sont généralement expulsés dans l'heure qui suit. Les cas de rétention placentaire sont rares en élevage extensif.

A l'expulsion, le jeune dromadaire est entouré d'une fine membrane, appelée membrane épidermale, qui se rompt dès les premiers mouvements. Cette membrane semble jouer un rôle thermorégulateur et s'opposer au dessèchement de l'organisme.

Le poids à la naissance de la progéniture varie peu en fonction des conditions d'alimentation de la mère (14) mais dépend surtout du génotype. Le nouveau-né se lève et tête dans les 15 min qui suivent la naissance. Les malformations ne sont pas rares dans les élevages où existe une forte consanguinité. Le comportement maternel vis-à-vis du nouveau-né est relativement particulier (4). En effet, contrairement aux autres espèces, la femelle dromadaire ne lèche pas son nourrisson, mais se contente uniquement de le renifler. La reconnaissance de la progéniture s'effectue surtout par flai-rage.

Endocrinologie de la parturition

Les œstrogènes augmentent au cours du dernier mois de gravidité. Deux jours avant la délivrance, la concentration des œstrogènes totaux est multipliée par un facteur de 5. Cette augmentation est corrélée avec l'augmentation de la $PGF_2\alpha$. Une diminution marquée de la progestéronémie est observée durant les derniers mois de gravidité. Cette chute devient significative 42 à 66 h avant la parturition (41).

Des études ont montré une augmentation du 13,14-dihydro-15-keto-prostaglandine $F_2\alpha$ (PGFM), un métabolite de la $PGF_2\alpha$, durant les deux derniers mois de gravidité avec une augmentation brutale le jour de la parturition. Il en ressort qu'un arrêt de la fonction lutéale associé à une augmentation du rapport œstrogène/progestérone et la sécrétion de $PGF_2\alpha$ sont nécessaires pour le déclenchement de la parturition (41).

Involution utérine et reprise de l'activité ovarienne

L'involution utérine est considérée comme rapide du fait de la nature cotylédonnaire non invasive du placenta. L'involution est complète au bout de $21 \pm 0,5$ jours (26). L'involution utérine des primipares se fait plus rapidement que chez les multipares.

La reprise de l'activité ovarienne varie en fonction de la disponibilité alimentaire et du type d'élevage. Ainsi, des durées de 25 et 45 jours sont observées chez des femelles en lactation et en stabulation (53). En moyenne un intervalle de 4,5 à 10 mois est noté pour l'apparition des premières chaleurs après la mise bas. La reprise de l'activité folliculaire après la parturition est meilleure (88,9 p. 100) chez les jeunes femelles (8-11 ans) que chez les femelles âgées 11-20 ans (50 p. 100) (51).

■ CONCLUSION

Il ressort de cette mise au point que la femelle dromadaire présente plusieurs particularités physiologiques vis-à-vis de la reproduction (tableau III) qui se caractérise par une puberté et un âge de mise à la reproduction tardifs. L'activité sexuelle est saisonnière. Le cycle ovarien repose sur une succession de phases folliculaires avec le plus souvent une absence de phase lutéale et une ovulation provoquée par l'accouplement. La gravidité dure en moyenne une année avec un intervalle entre les mises bas qui peut atteindre deux ans, si les conditions d'élevage sont défavorables.

La recherche de méthodes de contrôle de la fonction ovarienne efficaces chez les femelles est indiquée afin d'augmenter les performances de reproduction au cours de la courte saison sexuelle. Certains aspects nécessitent une recherche spécifique pour une meilleure compréhension des mécanismes, comme le déterminisme de l'ovulation et l'endocrinologie placentaire.

L'amélioration des performances reproductives de l'espèce cameline passe obligatoirement par la maîtrise des facteurs zootechniques, nutritionnels et sanitaires.

Tableau III

Principales caractéristiques de la reproduction chez la femelle dromadaire *

Espèces saisonnière (saison des pluies)
Âge à la puberté : 3 ans
Cycle ovarien de type folliculaire
Âge à la première conception : 4 ans
Ovulation provoquée par l'accouplement
Durée de la gestation : 12 mois
Placenta épithélio-chorial diffus
Espèce sans relais placentaire de progestérone
Involution utérine : 20 jours
Intervalle entre les mises bas : 2 ans

* Source : Tibary et Anouassi, 1997, Institut agronomique et vétérinaire Hassan II

Remerciements

Nous tenons à remercier Dr J.A. Skidmore qui nous a aimablement fourni les figures de cinétiques des stéroïdes au cours de la gravidité.

BIBLIOGRAPHIE

1. AMOROSO E.C., 1952. Placentation. In: Marshall's Physiology of reproduction, 3rd Edn, Vol. II, p. 127-297.
2. ANOUASSI A., COMBARNOUS Y., LE COMPTE F., CAHOREAU C., GUILLOU F., 1987. Purification and characterization of luteinizing hormone from the dromadery (*Camelus dromedarius*). *Biochimie*, **69**: 647-654.
3. CHEN B.X., YUEN Z.X., PAN G.W., 1985. Semen-induced ovulation in the Bactrian camel (*Camelus bactrianus*). *J. Reprod. Fert.*, **73**: 335-339.
4. CHOKRI H., 1995. Physiologie de la reproduction chez le dromadaire (*Camelus dromedarius*). Thèse Doct. Méd. vét., Enmv, Sidi Thabet, Tunisie, 65 p. (N° 9)

5. COOPER M.J., SKIDMORE A., ALLEN W.R., SUSAN W., BILLAH M., CHAUDHRY A., BILLAH A.M., 1992. Attempts to stimulate and synchronize ovulation and superovulation in dromedary camels of embryo transfer. In: Allen W.R., Higgins A.J., Mayhew I.J., Snow D.H., Fade J.F. Eds. In: Proc. 1st Int. Camel Conf., Dubai, UAE, 1992, p. 187-192.
6. EL WISHY A.B., 1987. Reproduction in the female dromedary (*Camelus dromedarius*): A review. *Anim. Reprod. Sci.*, **15**: 273-297.
7. ELIAS E., BEDRAK E., YAGIL R., 1984. Estradiol concentration in the serum of the one-humped camel (*Camelus dromedarius*) during the various reproductive stages. *Gen. comp. Endocrinol.*, **56**: 258-262.
8. ELIAS E., BEDRAK E., COHEN D., 1985. Induction of oestrus in the camel (*Camelus dromedarius*) during seasonal anoestrus. *J. Reprod. Fertil.*, **74**: 519-525.
9. FAIRCLOUGH R.J., MOORE L.G., PETERSON A.J., WATKINS W.B., 1984. Effect of oxytocin on plasma concentration of 13,14-dihydro-15-keto prostaglandin F and the oxytocin-associated neurophysin during the oestrus cycle and early pregnancy in the ewe. *Biol. Reprod.*, **31**: 36-43.
10. FAYE B., SAINTMARTIN G., BONNET P., BENGOUNI M., DIA M.L., 1997. Le guide de l'élevage du dromadaire. Libourne, France, Sanofi Nutrition animale, 123 p.
11. FLINT A.P.F., STEWART H.J., LAMMING G.E., PAYNE J.H., 1992. Role of the oxytocin receptor in the choice between cyclicity and gestation in ruminants. *J. Reprod. Fertil.*, **44**: 53-58.
12. FLOOD P.F., BETTERIDGE K.J., IRVINE D.S., 1979. Estrogens and androgens in blastocoelic fluid and cultures of cells from equine conceptuses of 10-22 days gestation. *J. Reprod. Fertil.*, **27**: 412-420.
13. GOFF A.K., PONTBRIAND D., SIROIS J., 1987. Oxytocin stimulation of plasma 15-keto-13,14-dihydro prostaglandin $F_2\alpha$ during the estrus cycle and early pregnancy in the mare. *J. Reprod. Fertil.*, **35**: 253-260.
14. HAMMADI M., KHORCHANI T., KHALDI G., MAJDOUB A., ABDOULI H., SLIMANE N., PORTETELLE D., RENAVILLE R., 2001. Effect of diet supplementation on growth and reproduction in camels under arid range conditions. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **5**: 69-72.
15. HEAP R.B., HAMON M., ALLEN W.R., 1982. Studies on estrogen synthesis by the pre-implantation equine conceptus. *J. Reprod. Fertil.*, **60**: 409-417.
16. HOMEIDA A.M., KHALIL G.R., TAHA A.A.M., 1988. Plasma concentrations of progesterone, oestrogens, testosterone and LH-Like activity during the oestrus cycle of the (*Camelus dromedarius*). *J. Reprod. Fertil.*, **85**: 593- 598.
17. IMAKAWA K., ANTHONY R.V., KAZEMI M., MAROTTI BK.R., POLITES H.G., ROBERTS R.M., 1987. Interferon-like sequence of ovine trophoblast protein sequence secreted by embryos trophoblast. *Nature*, **330**: 377-379.
18. JOSHI C.K., YVAS K.K., PAREEK P.K., 1978. Studies on the oestrus cycle in Bikaneri she-camels. *Indian J. Anim. Sci.*, **48**: 141-145.
19. LA BONNARDIERE C., MARTINAT-BOTTE F., TERQUI M., LE FEURE F., ZONARI K., MARTAL J., BAZER F.W., 1991. Production of two species of interferon by Large White and Meishan pig conceptuses during peri-implantation period. *J. Reprod. Fertil.*, **91**: 469- 478.
20. LAFRANCE M., GOFF A.K., 1985. Effect of pregnancy on oxytocin-induced release of prostaglandin $F_2\alpha$ in heifers. *Biol. Reprod.*, **33**: 1113-1119.
21. MARIE M., ANOUASSI A., 1986. Mating-induced luteinizing hormone surge and ovulation in the female camel (*Camelus dromedarius*). *Biol. Reprod.*, **35**: 792-798.
22. MARIE M., ANOUASSI A., 1987. Induction of luteal activity and progesterone secretion in the non-pregnant one-humped camel (*Camelus dromedarius*). *J. Reprod. Fertil.*, **80**: 183-192.
23. MC CRAKEN J.A., SCHRAMM W., OKULICZ W.C., 1984. Hormone receptor control of pulsatile secretion of $PGF_2\alpha$ from the ovine oestrus during luteolysis and its abrogation in early pregnancy. *Anim. Reprod. Sci.*, **7**: 31-56.
24. MOBARAK A.M., EL WISHY A.B., 1971. Uterus of the one-humped camel (*Camelus dromedarius*) with reference to rectal palpation. *Indian J. Anim. Sci.*, **41**: 846-855.
25. MOLASH M., 1990. L'amélioration de la productivité des dromadaires en Tunisie. In : Proc. UCDEC Workshop Is it possible to improve the reproductive performance in the camel, Paris, France, p. 211-224.
26. MUSA B.E., MAKAWI S., 1985. Involution of the uterus and the first postpartum heat in the camel (*Camelus dromedarius*). In: Conf. Animal Production in Arid Zones, ICAPAZ, Damascus, Syria, 7-12 Sept. 1985.
27. MUSA B.E., ABUSINEINA M.E., 1978. Clinical pregnancy diagnosis in the camel and a comparison with bovine pregnancy. *Vet. Rec.*, **102**: 7-10.
28. MUSA B.E., ABUSINEINA M.E., 1978. The oestrous cycle of the camel (*Camelus dromedarius*). *Vet. Rec.*, **103**: 556-557.
29. OSMAN A., 1965. Anatomical study of the female genital system of the one-humped camel (*Camelus dromedarius*). I. The ovaries. *Sci. J. vet. Sci. Anim. Husb.*, **6**: 41-52.
30. PAN G., ZHAO X., CHEN B., JIANG S., HUANG Y., ZU Y., WANG H., 1986. Ovulation-inducing effect of the seminal plasma injected intramuscularly in Bactrian camel. *Chin. agric. Sci.*, **2**: 78-84.
31. PAN G.W., ZHAO X.X., CHEN B.X., JIANG S., HUANG Y.M., ZU Y.S., WANG H.Y., 1992. The ovulation-inducing effect of seminal plasma in the Bactrian camel. In: Allen W.R., Higgins A.J., Mayhew I.G., Snow D.H., Wade J.F. Eds. Proc. 1st Int. Camel Conf. Newmarket, UK, R&W Publications, p. 159-162.
32. PAN G., CHEN Z., LIU X., LI D., XIE Q., LING F., FANG L., 2001. Isolation and purification of the ovulation-inducing factor from seminal plasma in the Bactrian camel (*Camelus bactrianus*). *Theriogenology*, **55**: 1863-1879.
33. PERRY J.S., HEAP R.B., AMOROSO E.C., 1973. Steroid hormone production by pig blastocysts. *Nature*, **245**: 45-47.
34. RAI A.K., TANDON S.N., KHANNA N.D., 1988. Copulation time of Bikanery male camels. *Indian J. Anim. Sci.*, **58**: 1202-1203.
35. RAI A.K., AGARWAL S.P., AGARWAL V.K., KHANNA N.D., 1990. Induction of early puberty in female camels. In: Proc. UCDEC Workshop Is it possible to improve the reproductive performance in the camel, Paris, France, p. 211-224.
36. SHALASH M.R., 1985. Reproduction in camels. In: Conf. Animal Production in Arid Zones, ICAPAZ, Damascus, Syria, 7-12 Sept. 1985, p. 1118-1164.
37. SKIDMORE J.A., ALLEN W.R., HEAP R.B., 1994. Oestrogen synthesis by the peri-implantation conceptus of the one-humped camel (*Camelus dromedarius*). *J. Reprod. Fertil.*, **101**: 363-367.
38. SKIDMORE J.A., BILLAH M., ALLEN W.R., 1995. The ovarian follicular wave pattern in the mated and non-mated dromedary camel (*Camelus dromedarius*). *J. Reprod. Fertil.*, **49**: 545-548.
39. SKIDMORE J.A., BILLAH M., ALLEN W.R., 1996. The ovarian follicular wave pattern and induction of ovulation in the mated and non-mated one-humped camel (*Camelus dromedarius*). *J. Reprod. Fertil.*, **106**: 185-192.
40. SKIDMORE J.A., WOODING F.B.P., ALLEN W.R., 1996. Implantation and early pregnancy in the one-humped camel (*Camelus dromedarius*). *Placenta*, **17**: 253-262.
41. SKIDMORE J.A., BILLAH M., ALLEN W.R., 1996. Patterns of hormone secretion throughout pregnancy in the one-humped camel (*Camelus dromedarius*). *Reprod. Fertil. Dev.*, **8**: 863-869.
42. SKIDMORE J.A., STARBUCH G.R., LAMMING G.E., ALLEN W.R., 1998. Control of luteolysis in the one-humped camel (*Camelus dromedarius*). *J. Reprod. Fertil.*, **114**: 201-209.
43. STEKLENEV E.P., 1968. Anatomical-morphological characters and physiological functions of the oviducts in the genera *Lama* and *Camelus*. In: VI^e Conférence sur la reproduction et l'insémination artificielle, Paris, France.

44. STEWART H.J., MCCANN S.H.E., NORTHROP A.J., LAMMING G.E., FLINT A.P.F., 1989. Sheep anti-luteolytic interferon cDNA sequence and analysis of mRNA levels. *J. Mol. Endocrinol.*, **2**: 65-70.
45. TIBARY A., ANOUASSI A., 1996. Ultrasonographic changes of the reproductive tract in the female camel (*Camelus dromedarius*) during the follicular cycle and pregnancy. *J. Camel Pract. Res.*, **3**: 71-90.
46. TIBARY A., ANOUASSI A., 1997. Reproductive physiology in the female Camelidae. In: Tibary A. Ed., *Theriology in camelidae: Anatomy, physiology, pathology and artificial breeding*. Rabat, Maroc, Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, p. 489.
47. VALLET J.L., LAMMING G.E., BATTEN M., 1990. Control of the endometrial oxytocin receptor and uterine response to oxytocin by progesterone and oestradiol in the ewe. *J. Reprod. Fertil.*, **90**: 625-634.
48. VAN LENEP E.W., 1961. The histology of the placenta of the one-humped camel (*Camelus dromedarius*) during the first half of pregnancy. *Acta morphol. Neerl. Scand.*, **4**: 180-183.
49. VAN LENEP E.W., 1963. The histology of the placenta of the one-humped camel (*Camelus dromedarius*) during the second half of pregnancy. *Acta morphol. Neerl. Scand.*, **6**: 373-379.
50. VYAS S., SAHANI M.S., 2000. Real-time ultrasonography of ovaries and breeding of the one-humped camel (*Camelus dromedarius*) during the early postpartum period. *Anim. Reprod. Sci.*, **59**: 179-84.
51. XU Y.S., WANG H.Y., ZENG G.Q., JIANG G.T., GAO Y.H., 1985. Hormone concentrations before and after semen-induced ovulation in the Bactrian camel (*Camelus bactrianus*). *J. Reprod. Fertil.*, **74**: 341-346.
52. YAGIL R., ETZION Z., 1984. Enhanced reproduction in camels. *Comp. Bioch. Physiol.*, **79**: 201-204.
53. ZHAO X.X., LI X.L., CHEN B.X., 2001. Isolation of ovulation-inducing factors in the seminal plasma of Bactrian camel (*Camelus bactrianus*) by DEAE-cellulose chromatography. *Reprod. domest. Anim.*, **36**: 177-81.

Reçu le 16.07.2002, accepté le 05.02.2004

Summary

Zarrouk A., Souilem O., Beckers J.F. Update on the Reproduction of She-Camels (*Camelus dromedarius*)

The female dromedary is a seasonal breeder. Sexual activity occurs during a short period of the year concomitant with the rainy season. The age at first breeding starts when the female is four years old. The ovulation is induced in response to mating. This physiological particularity associated with a long gestation period (12.5 months) constitute major constraints to camel breeding development. This review aims at updating the current knowledge on the reproductive physiology of the female dromedary to improve applications of reproductive biotechnologies.

Key words: *Camelus dromedarius* – Female – Reproduction – Animal physiology – Sexual reproduction – Estrus cycle – Tunisia.

Resumen

Zarrouk A., Souilem O., Beckers J.F. Actualidades sobre la reproducción en la hembra dromedaria (*Camelus dromedarius*)

La hembra dromedaria es una especie bajo la influencia de las estaciones. La actividad sexual se lleva a cabo durante un periodo corto del año, durante la estación lluviosa. El inicio de la reproducción se da después del cuarto año de edad. La hembra es también una especie con ovulación provocada, no pudiendo ovular en ausencia del coito. Estas particularidades fisiológicas propias a la especie, a las cuales se agrega una gestación de una duración promedio de 12,5 meses, constituyen un freno al surgimiento de la cría de camellos. El presente artículo es una revisión de síntesis que pretende actualizar los conocimientos sobre la fisiología de la reproducción en la hembra dromedaria, con el fin de mejorar la aplicación de las biotecnologías de la reproducción.

Palabras clave: *Camelus dromedarius* – Hembra – Reproducción – Fisiología animal – Reproducción sexual – Ciclo estral – Túnez.

Influence comparée d'une alimentation à base de graines de soja cuites ou grillées sur les performances des porcs en croissance finition

F. Meffeja¹ T. Dongmo¹ N. Njifutie²
J. Djoukam³ J.M. Fotso¹

Mots-clés

Porcin – Porcelet – Tourteau de soja –
Graine – Cuisson – Grillage –
Croissance – Cameroun.

Résumé

Une expérience a été menée pour évaluer l'efficacité des traitements thermiques par grillade (chaleur sèche) et par cuisson (chaleur humide) des graines de soja sur les performances zootechniques des porcs en croissance finition. Vingt porcelets hybrides mâles, de poids moyen initial de $15,4 \pm 0,8$ kg, ont été répartis en quatre lots (cinq répétitions par lot) et soumis à des rations alimentaires à base des tourteaux de soja, de coton et de graines de soja cuites ou grillées pendant une période de 98 jours. Les rations à base de tourteaux de soja et de coton couramment utilisées ont servi de rations témoins. Les résultats ont montré que le gain pondéral et l'indice de consommation obtenus à partir des rations des graines cuites et grillées ont été significativement supérieurs ($p < 0,05$) à ceux de la ration du tourteau de coton, mais ils n'ont pas montré de différence significative ($p > 0,05$) par rapport à la ration du tourteau de soja. Une comparaison des deux méthodes de traitements n'a présenté aucune différence significative sur les performances zootechniques des animaux. Les coûts alimentaires de production d'un kilogramme de poids vif, pondérés sur les deux phases de croissance – bien qu'ils n'aient pas été significativement différents – ont montré une légère baisse numérique pour le traitement par grillade. Ceci permet d'affirmer que cette méthode de traitement peut être utilisée aussi avantageusement que le traitement par la chaleur humide.

■ INTRODUCTION

Une des contraintes majeures au développement de la production porcine au Cameroun demeure l'approvisionnement irrégulier et le coût élevé des concentrés protéiques entrant dans l'alimentation animale. Le tourteau de soja, qui est importé, reste encore l'unique source de protéine équilibrée utilisée par les provenderies locales. Il est devenu une source de protéines très coûteuse et difficile d'accès à cause de sa forte demande sur les marchés occidentaux (8).

Les graines de soja et d'autres graines de légumineuses tropicales dont la culture est vulgarisée dans beaucoup de pays africains (11) pourraient constituer une source alternative de protéines et d'énergie, indispensables aux élevages porcins et de volailles, et réduire ainsi d'importantes ressources financières actuellement investies dans l'importation des concentrés protéiques.

Les méthodes de traitement appliquées aux graines de soja en vue de réduire les facteurs antinutritionnels (7, 12) ont montré que l'activité de la plupart de ces facteurs est détruite uniquement par la chaleur humide (cuisson). Dès lors, les travaux publiés sur leur utilisation chez les monogastriques portent en majorité sur le traitement par la chaleur humide (1, 4, 6, 14). Les recherches sur leur utilisation sous forme grillée sont rares. L'objectif de la présente étude a été de comparer l'efficacité des traitements thermiques des graines de soja par grillade et par cuisson sur les performances des porcs en croissance finition.

1. Centre régional de recherche agricole pour le développement de Nkolbisson, S/C BP 7070, Yaoundé, Cameroun
E-mail : meffeja@yahoo.fr

2. Université de Yaoundé I, département de biologie et physiologie animale

3. Université de Dschang, faculté des Sciences agronomiques

MATERIEL ET METHODES

Vingt porcelets mâles croisés Landrace x Duroc x Large White x Berkshire, de poids moyen initial $15,4 \pm 0,8$ kg, ont été répartis dans 20 loges expérimentales en bois, au sol cimenté (2 m x 2,5 m) et soumis à quatre rations (cinq répétitions par traitement) formulées à base du tourteau de soja (TS), de coton (TC) et de graines de soja cuites (SC) ou grillées (SG), de manière à fournir 21 p. 100 de protéines brutes en phase de croissance (tableau I) et 18 p. 100 en phase de finition. (tableau II). Les rations à base des tourteaux de soja et de coton couramment utilisées ont servi de rations témoins. Les animaux ont été nourris une fois par jour et les refus enregistrés le jour suivant pendant une période de 98 jours. Ils ont été pesés au début de l'expérience et tous les 15 jours à jeun à l'aide d'une bascule Marshall type PM 100, de portée $200 \pm 0,1$ kg.

Les graines de soja utilisées ont été divisées en deux parties : la première partie a été cuite au feu de bois dans une marmite par tranche de 10 kg à raison de 1,5 l d'eau/kg pendant 40 à 50 min. La deuxième partie a été grillée au feu de bois, dans une marmite

Tableau I

Composition centésimale des rations expérimentales (phase de croissance)

Ingrédients	TS	TC	SC	SG
Maïs (%)	43,5	45,5	39	39
Farine de poisson (%)	2	2	2	2
Farine de sang (%)	3	3	3	3
Tourteau de soja (%)	18	—	—	—
Tourteau de coton (%)	—	20	—	—
Soja cuit (%)	—	—	22,5	—
Soja grillé (%)	—	—	—	22,5
Son de blé (%)	12	8	12	12
Tourteau de palmiste (%)	18	18	18	18
Poudre d'os (%)	3	3	3	3
Sel (%)	0,5	0,5	0,5	0,5
Total (%)	100	100	100	100
Composition chimique calculée				
Energie digestible (kcal/kg)	3 086	2 915,5	3 248	3 248
Protéines brutes (%)	21,16	20,96	20,84	20,84
Cellulose brute (%)	5,21	7,09	6,1	6,1
Matières grasses (%)	4,29	3	6,68	6,68
Lysine (%)	1,14	0,98	1,14	1,14
Méthionine + cystine (%)	0,71	0,73	0,7	0,7
Calcium (%)	1,28	1,19	1,3	1,3
Phosphore (%)	0,89	1,01	0,78	0,78
Composition chimique analysée				
Matière sèche (% du brut)	89,79	89,79	89,7	90,09
Protéines brutes (% MS)	17,13	17,4	21,81	24,87
Matières grasses (% MS)	5,83	5,01	7,91	8
Cendres (% MS)	7,5	6,29	6,82	7,85
NDF (% MS)	44,9	40,48	48,93	49,46
ADF (% MS)	19,88	20,93	26,34	23,83
Cellulose brute	10,55	12,56	10,34	9,83
Coût de la ration (Fcf/kg)	184,2	153	183,9	177

TS : tourteaux de soja

TC : tourteaux de coton

SC : graines de soja cuites

SG : graines de soja grillées

par tranche de 10 kg pendant 20 à 25 min jusqu'à l'obtention d'une couleur brunâtre des graines, semblable à celle des arachides grillées, dont la pellicule se détache facilement entre les doigts. Les graines de soja brutes et traitées ainsi que les rations alimentaires ont été ensuite analysées au laboratoire de zootechnie de la faculté des Sciences agronomiques de l'université de Dschang suivant les méthodes de l'AOAC (2) et de Goering et Van Soest (6).

Tableau II

Composition centésimale des rations expérimentales (phase de finition)

Ingrédients	TS	TC	SC	SG
Maïs (%)	43,5	45	39	39
Farine de poisson (%)	2	2,5	2	2
Tourteau de soja (%)	16	—	—	—
Tourteau de coton (%)	—	18	—	—
Soja cuit (%)	—	—	20	—
Soja grillé (%)	—	—	—	20
Son de blé (%)	17	13	17,5	17,5
Tourteau de palmiste (%)	18	18	18	18
Poudre d'os (%)	3	3	3	3
Sel (%)	0,5	0,5	0,5	0,5
Total (%)	100	100	100	100
Composition chimique calculée				
Energie digestible (kcal/kg)	3 084	2 874,5	3 163,5	3 163,5
Protéines brutes (%)	18,5	18,39	18,26	18,26
Cellulose brute (%)	5,67	7,33	6,5	6,5
Matières grasses (%)	4,33	3,19	6,46	6,46
Lysine (%)	0,9	0,75	0,9	0,9
Méthionine + cystine (%)	0,67	0,72	0,66	0,66
Calcium (%)	1,17	1,2	1,17	1,17
Phosphore (%)	0,92	1,03	0,92	0,92
Coût de la ration (Fcf/kg)	168,1	142,6	167,3	161,2

TS : tourteaux de soja

TC : tourteaux de coton

SC : graines de soja cuites

SG : graines de soja grillées

Tableau III

Caractéristiques chimiques analysées et coûts des traitements thermiques des graines de soja

Paramètres	Soja brut	Soja cuit	Soja grillé
Matière sèche (% du brut)	89,8	93,76	96,15
Protéines brutes (% MS)	40,36	40,49	38,16
Matières grasses (% MS)	11,8	13,99	16,49
Cendres (% MS)	7,29	6,23	6,69
Phosphore (% MS)	0,54	0,74	0,57
NDF (% MS)	40,69	40,93	58,19
ADF (% MS)	27,13	27,79	30,32
Cellulose brute (% MS)	3,76	3,12	2,29
Antitrypsine (mgN/g/min)	10	5	5
Urée (mgN/g/min)	0,36	0,11	0,17
Coût de traitement (Fcf/kg)	—	50,5	20

Les coûts de traitement ont été évalués à partir des coûts de la main d'œuvre pour la cuisson et la grillade, le séchage, la consommation d'eau et de bois. Les coûts alimentaires de production d'un kilogramme de poids vif ont été pondérés à partir des coûts calculés sur les deux phases de croissance.

Les paramètres étudiés ont été la consommation alimentaire, le gain de poids moyen quotidien, l'indice de consommation et le coût alimentaire de production d'un kilogramme de poids vif. Les résultats obtenus ont été soumis à l'analyse de variance et la séparation des moyennes a été effectuée par la méthode de Newman et Keuls (4).

■ RESULTATS ET DISCUSSION

Les caractéristiques chimiques analysées des rations expérimentales et des graines de soja brutes, cuites et grillées (tableaux I et III) ont montré des valeurs élevées des constituants pariétaux et une faible teneur en matières grasses des graines par rapport aux valeurs classiques. Ces résultats seraient dus à un artefact du dosage, en particulier pour la teneur en NDF du soja grillé. Les facteurs antitrypsines et l'uréase sont passés respectivement de 10 et de 0,36 mgN/g de matières azotées dans le soja brut à 5 et 0,11 mgN/g dans le soja cuit et à 5 et 0,17 mgN/g dans le soja grillé. Ces valeurs ont été comparables à celles rapportées par Sio (13) et Tinga (14) sur les graines de soja brutes et cuites pendant 60 min et ont été conformes aux normes de qualité nutritionnelle proposées par Larbier et Leclercq (9).

Les performances zootechniques des animaux (tableau IV) ont montré en phase de croissance une augmentation non significative ($p > 0,05$) de la consommation alimentaire de la ration du soja cuit qui s'est traduite par un gain pondéral et une efficacité alimentaire significativement ($P < 0,05$) supérieurs aux rations des tourteaux de soja et de coton. En phase de finition, une chute de performance a

été enregistrée dans la ration du soja cuit à cause d'un animal malade pendant deux semaines. Cette maladie pouvait avoir été causée par l'ingestion de graines de soja moisies et mal séchées qui a entraîné une diminution du gain pondéral et une augmentation de l'indice de consommation du soja cuit par rapport au soja grillé.

La synthèse des résultats a montré que le gain pondéral et l'indice de consommation obtenus à partir des rations des graines cuites et grillées ont été significativement supérieurs ($p < 0,05$) à ceux de la ration du tourteau de coton, mais ces résultats n'ont pas montré de différence significative ($p > 0,05$) par rapport au tourteau de soja. Une comparaison des deux méthodes de traitement n'a présenté aucune différence significative sur les performances zootechniques des animaux bien que, numériquement, l'indice de consommation du soja cuit ait été meilleur.

L'indice de consommation de la ration du soja grillé riche en énergie a été supérieur numériquement à celui de la ration du tourteau de soja, pourtant il est établi que l'augmentation de la concentration énergétique d'une ration améliore son indice de consommation. Ceci pourrait s'expliquer par une faible utilisation digestive des nutriments de la ration du soja grillé.

Les gains de poids moyens quotidiens de 610 et 680 g des rations du soja grillé et cuit ont été comparables au gain moyen quotidien de 658 g (10) obtenus chez des porcs nourris au soja extrudé, et supérieurs aux gains moyens quotidiens de 490 et 470 g obtenus chez les porcs recevant 20 et 25 p. 100 du soja cuit pendant une heure à la température de 90 °C (1).

Une observation de deux carcasses de porc par traitement n'a pas montré de différences évidentes quant à la qualité de la viande produite. Les coûts alimentaires pondérés de production d'un kilogramme de poids vif sur les deux phases de croissance, bien qu'ils

Tableau IV

Performances des porcs nourris à base des tourteaux de soja, de coton et des graines de soja cuites ou grillées

Période	Paramètres	TS	TC	SC	SG	ESM
Phase de croissance (70 j)	Nombre d'animaux	5	5	5	5	
	Poids initial moyen (kg)	15,3 ^a	15,3 ^a	15,5 ^a	15,4 ^a	1,67 ns
	Consommation alimentaire (kg/porc/j)	1,51 ^a	1,48 ^a	1,57 ^a	1,44 ^a	0,05 ns
	Gain moyen quotidien (kg/porc/j)	0,57 ^a	0,52 ^a	0,67 ^b	0,56 ^a	0,04 *
	Indice de consommation	2,64 ^b	2,81 ^b	2,33 ^a	2,53 ^{ab}	0,14 *
	Poids final (kg/porc)	55,2 ^a	52,2 ^a	62,8 ^b	55,1 ^a	3,05 *
Phase de finition (28 j)	Consommation alimentaire (kg/porc/j)	2,08 ^a	2,03 ^a	2,19 ^a	2,13 ^a	0,08 ns
	Gain moyen quotidien (kg/porc/j)	0,78 ^a	0,55 ^c	0,67 ^b	0,72 ^{ab}	0,08 *
	Indice de consommation	2,67 ^a	3,69 ^b	3,26 ^{ab}	2,95 ^a	0,33 *
	Poids final moyen (kg/porc/j)	77,1 ^a	67,6 ^b	81,7 ^a	75,3 ^{ab}	4,46 *
Période totale (98 j)	Poids initial moyen (kg)	15,3 ^a	15,3 ^a	15,5 ^a	15,4 ^a	1,67 ns
	Consommation alimentaire (kg/porc/j)	1,79 ^a	1,75 ^a	1,88 ^a	1,78 ^a	0,05 ns
	Gain moyen quotidien (kg/porc/j)	0,63 ^a	0,53 ^b	0,68 ^a	0,61 ^a	0,04 *
	Indice de consommation	2,84 ^a	3,30 ^b	2,76 ^a	2,91 ^a	0,15 *
	Poids final (kg/porc)	77,1 ^a	67,6 ^b	81,7 ^a	75,3 ^{ab}	4,46 *
	Coût alimentaire final/kg poids vif (Fcfa)	475,6	457,4	461,9	455,7	33,28 ns

TS : tourteaux de soja

TC : tourteaux de coton

SC : graines de soja cuites

SG : graines de soja grillées

ESM : erreur standard autour de la moyenne

* Significatif ($p < 0,05$) ; ns : non significatif

^{a, b} Les moyennes d'une même ligne, affectées de la même lettre, ne sont pas significativement différentes ($p > 0,05$).

n'aient pas été significativement différents, ont montré une légère baisse numérique pour le traitement par grillade (462 Fcfa/kg pour le soja cuit contre 456 Fcfa/kg pour le soja grillé).

■ CONCLUSION

Au regard des résultats obtenus, les traitements des graines de soja par la cuisson et par la grillade ne présentent pas de différences significatives sur les performances des animaux. Le traitement par grillade apparaît ainsi comme une méthode économique aussi efficace que le traitement par la chaleur humide des graines de soja.

Remerciements

Ce travail a été réalisé avec l'appui financier de l'Institut de recherche agricole pour le développement (Irad) à travers le projet Banque africaine de développement (BAD). Les auteurs tiennent à remercier M. André Zoyim pour le suivi des animaux et la prise des données.

BIBLIOGRAPHIE

1. AGBEDE G., DJOUKAM J., MOGAVERO J.P., SALEY P., 1988. Détermination du taux optimal des graines de soja dans les régimes pour porcs. *Tropicultura*, **6** : 99-106.
2. AOAC, 1984. Official methods of analysis, 14th Edn. Washington, DC, USA, Association of Official Analytical Chemists.
3. COMBS G.E., CONNESS R.G., BERRY T.H., WALLACE H.D., 1967. Effect of raw and heated soybeans on gain, nutrient digestibility, plasma amino acids and others blood constituents of growing swine. *J. Anim. Sci.*, **26**: 1067-1071.

Summary

Meffeja F., Dongmo T., Njifutie N., Djoukam J., Fotso J.M. Comparative Effect of Diets Containing Cooked and Roasted Soybeans on Growth Performances of Growing Finishing Pigs

An experiment was conducted to evaluate the efficacy of heat treatment by roasting (dry heat) and cooking (moist heat) of soybeans on the performances of grower-finisher pigs. Twenty hybrid male piglets, averaging 15.4 ± 0.8 kg initial body weights were allotted to four experimental diets (five replicates per treatment) based on soybean meal, cotton seed cake, cooked or roasted soybeans over a 98-day period. The rations containing the commonly used soybean meal and cotton seed cake were used as control diets. Results showed that the weight gain and feed conversion ratio obtained with diets containing roasted and cooked soybeans were significantly ($P < 0.05$) higher than those obtained with the cotton seed cake diet. However, they showed no significant difference ($p > 0.05$) compared to the soybean meal diet. Comparison of the two methods of heat treatment showed no significant difference on animal performances. Feed costs to produce one kilogram live weight, calculated as mean costs for both growth phases, although not significant between treatments, showed a slightly lower value in roasted soybean diets. These results show that the roasting method can be used with the same advantages as the cooking method.

Key words: Swine – Piglet – Soybean meal – Seed – Cooking – Roasting – Growth – Cameroon.

4. DAGNELIE P., 1986. Théorie et méthodes statistiques. Applications agronomiques. Gembloux, Belgique, Presses agronomiques, 464 p.
5. DONGMO T., 1984. Utilisation des graines de soja cuites dans l'alimentation des poulets de chair. Mémoire de fin d'étude, Ensa, Yaoundé, Cameroun, 60 p.
6. GOERING H.K., VAN SOEST P.J., 1970. Forage fibre analyses (apparatus, reagent, procedures and some applications). Washington, DC, USA, USDA. (Agricultural Handbook No 379)
7. GOGNAN U., YARON A., BERK Z., ZIMMERMAN G., 1968. Effect of processing conditions on nutritive value of isolated soybean proteins. *J. Agric. Food Chem.*, **16**: 196-198.
8. KOLHMER R.H., 1993. Soybean meal and full-fat soybeans: ingredient purchasing decisions. *Feed Manage.*, **44**: 33-36.
9. LARBIER M., LECLERCQ B., 1992. Nutrition et alimentation des volailles. Paris, France, Inra, 355 p.
10. OCHETIM S., NICHOLSON H.H., 1981. Soybeans in diet of growing pigs. *East Afr. For. J.*, **43**: 298-304.
11. PUGLIESE P.L., 1984. les graines de légumineuses d'origine tropicale en alimentation animale. Maisons-Alfort, France, Iemvt, 186 p.
12. POND W.G., MANER J.H., 1974. Swine production in temperate and tropical environments. San Francisco, CA, USA, WH Freeman and Company, 646 p.
13. SIO, 1983. Résultats d'analyses chimiques des graines de soja du Cameroun. Arras, France, Société industrielle des oléagineux.
14. TINGA J., 1986. Utilisation des graines de soja cuites et broyées dans l'alimentation des poules pondeuses. Mémoire fin d'étude, FASA, Dschang, Cameroun, 50 p.

Reçu le 23.01.2003, accepté le 30.01.2004

Resumen

Meffeja F., Dongmo T., Njifutie N., Djoukam J., Fotso J.M. Influencia comparada de una alimentación basada en granos de soja cocidos o asados sobre los rendimientos de cerdos en crecimiento de acabado

Se llevó a cabo un estudio para evaluar la eficiencia de los tratamientos térmicos por asado (calor seco) y por cocido (calor húmedo) de los granos de soja sobre los rendimientos zootécnicos de los cerdos en crecimiento de acabado. Veinte lechones machos híbridos, de peso medio inicial de $15,4 \pm 0,8$ kg, se repartieron en cuatro lotes (cinco repeticiones por lote) y se sometieron a raciones alimenticias basadas en tortas de soja, de algodón y de granos de soja cocidos o asados durante un periodo de 98 días. Las raciones basadas en tortas de soja y de algodón frecuentemente utilizadas sirvieron de control. Los resultados mostraron que la ganancia ponderal y el índice de consumo obtenidos a partir de las raciones de granos cocidos y asados fueron significativamente superiores ($p < 0,05$) a los de la ración de torta de algodón, pero no mostraron diferencia significativa ($p > 0,05$) con respecto a la ración de torta de soja. La comparación de los dos métodos de tratamiento no presentó ninguna diferencia significativa sobre los rendimientos zootécnicos de los animales. Los costos alimenticios de la producción de un kilogramo de peso vivo ponderado sobre las dos fases de crecimiento –, aunque no fueron significativamente diferentes – mostraron una ligera disminución numérica para el tratamiento por asado. Esto permite afirmar que este método de tratamiento puede ser utilizado con las mismas ventajas que el tratamiento por calor húmedo.

Palabras clave: Cerdo – Lechón – Torta de soja – Semilla – Cocción – tostado – Crecimiento – Camerún.

Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux

ABONNEMENT/SUBSCRIPTION

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

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

.....€

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
Brigitte Delestaing
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>

RECOMMANDATIONS AUX AUTEURS

La *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux* publie trimestriellement des articles et des communications originales 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, avant toute lecture, 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 **3 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).

- **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 chiffre 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)...". Les publications **anonymes** seront classées au premier mot du titre. 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 février 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 without refereeing any manuscript that does 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 **triplicate**, 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).

- **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)...". **Anonymous** publications are listed under the title first word. 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 février 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.