

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 : Joseph Domenech
Rédacteur en chef : Didier Richard
Edition : Marie-Cécile Maraval-Mollard

COMITE DE LECTURE

J. Asso, E. Authié, D. Bastianelli, P. Bonnet,
J.-P. Boutonnet, J. Cabaret, J. Chantal, Ph. Chardonnet,
Y. Cognié, D. Cuisance, C. Demarquilly, A. Diallo,
Ph. Dorchies, G. Duvallet, B. Faye, A. Gaston,
H. Guerin, A. Gueye, J.-F. Guillot, J. Hardouin,
J. Itard, E. Landais, J. Le Dividich, P.-C. Lefèvre,
C. Le Goff, Ph. Lhoste, G. Libeau, F. Ménissier,
C. Meyer, P.-P. Pastoret, B. Peyre de Fabrègues,
M. Picard, J.-P. Poivey, A. Provost, D. Richard,
G.R. Scott, G. Tacher, F. Thiaucourt, M. Thibier,
J. Thimonier, B. Toutain, P.-L. Toutain, J.-J. Tulasne,
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 Abonnements
Anne Defois
14, rue de Provigny
94236 Cachan Cedex, France
(voir avant-dernière page pour les tarifs)
abo@Lavoisier.fr
<http://www.Lavoisier.fr>

© Cirad, Montpellier, 2002
Imprimé par Jouve (France)
n° d'ordre : 307277R
Dépôt légal : avril 2002

Sommaire

PATHOLOGIE INFECTIEUSE

93-97 Etude bactériologique et pathologique de la pneumonie chez le dromadaire (*Camelus dromedarius*) en Jordanie. Al-Tarazi Y.H. (en anglais)

99-102 Contribution à l'étude de l'infection à *Rhodococcus equi* chez les équidés dans le nord-est de la Tunisie. Chabchoub A., Taouji S., Landolsi F., Collobert C., Chtioui Z., Messadi L., Ezzaouia M., Ghorbel A. (en français)

PATHOLOGIE PARASITAIRE

103-107 Lieux et moment d'insémination de *Glossina palpalis palpalis* (Robineau-Desvoidy, 1830) en secteur forestier de Côte d'Ivoire. Dagnogo M., Hien L., Fadiga S. (en français)

108 Note de lecture

109-114 Abondance relative des tabanidés dans la région des savanes de Côte d'Ivoire. Acapovi G.L., Yao Y., N'Goran E., Dia M.L., Desquesnes M. (en français)

115-122 Tiques (Acari : Ixodidae) du dromadaire (*Camelus dromedarius*) au Kenya et dans le Sud éthiopien : espèces identifiées, localisation sur l'animal, sex-ratio et fluctuation saisonnière. Dioli M., Jean-Baptiste S., Fox M. (en anglais)

123-127 Prévalence de la cysticerose porcine dans le Mayo-Danay (Nord Cameroun) et le Mayo-Kebbi (sud-ouest du Tchad). Assana E., Zoli P.A., Sadou H.A., Nguekam, Vondou L., Pouedet M.S.R., Dorny P., Brandt J., Geerts S. (en français)

RESSOURCES ANIMALES

129-138 Caractérisation de la race bovine Somba à l'aide de marqueurs moléculaires. Moazami-Goudarzi K., Belemsaga D.M.A., Ceriotti G., Laloë D., Fagboboun F., Kouagou N'T., Sidibé I., Codjia V., Crimella M.C., Grosclaude F., Touré S.M. (en français)

139-145 Production laitière des buffles et cause de mortalité des veaux dans un système de production semi-intensif en Egypte. Mourad M., Rashwan S. (en anglais)

147-151 Paramètres génétiques et phénotypiques des caractères du poids à la naissance chez les moutons Foulbé au Cameroun. Ebangi A.L., Njoya A., Ngo-Tama A.C., Awa D.N., Mbah D.A. (en anglais)

153-158 Caractéristiques du sperme de coqs d'élevage locaux de la région sahélienne du Nigeria. Bah G.S., Chaudhari S.U.R., Al-Amin J.D. (en anglais)

159-167 Intérêt de l'acclimatation précoce dans les conditions de production des poulets de chair au Venezuela. De Basilio V., Oliveros I., Vilarriño M., Diaz J., Leon A., Picard M. (en français)

169-174 Résultats préliminaires sur l'immobilisation chimique de rongeurs africains : l'athérure (*Atherurus africanus*, Gray 1842) et le cricétome (*Cricetomys emini*, Waterhouse 1840). Etude portant sur quatre protocoles. Edderai D., Aran A., Woringer E., Houben P. (en français)

Contents

INFECTIOUS DISEASES

93-97 Bacteriological and Pathological Study on Pneumonia in the One-Humped Camel (*Camelus dromedarius*) in Jordan. Al-Tarazi Y.H. (in English)

99-102 Contribution to the Study of *Rhodococcus equi* Infections in Horses in the Northeast of Tunisia. Chabchoub A., Taouji S., Landolsi F., Collobert C., Chtioui Z., Messadi L., Ezzaouia M., Ghorbel A. (in French)

PARASITIC DISEASES

103-107 Site and Insemination Time of *Glossina palpalis palpalis* (Robineau-Desvoidy, 1830) in a Forest Area, Côte d'Ivoire. Dagnogo M., Hien L., Fadiga S. (in French)

108 Reading note

109-114 Relative Abundance of Tabanids in the Savanna Regions of Côte d'Ivoire. Acapovi G.L., Yao Y., N'Goran E., Dia M.L., Desquesnes M. (in French)

115-122 Ticks (Acari: Ixodidae) of the One-Humped Camel (*Camelus dromedarius*) in Kenya and Southern Ethiopia: Species Composition, Attachment Sites, Sex Ratio and Seasonal Incidence. Dioli M., Jean-Baptiste S., Fox M. (in English)

123-127 Prevalence of Porcine Cysticercosis in Mayo-Danay (North Cameroon) and Mayo-Kebbi (Southwest Chad). Assana E., Zoli P.A., Sadou H.A., Nguekam, Vondou L., Pouedet M.S.R., Dorny P., Brandt J., Geerts S. (in French)

ANIMAL RESOURCES

129-138 Characterization of Somba Cattle Breed Using Molecular Markers. Moazami-Goudarzi K., Belemsaga D.M.A., Ceriotti G., Laloë D., Fagbohoun F., Kouagou N'T., Sidibé I., Codjia V., Crimella M.C., Grosclaude F., Touré S.M. (in French)

139-145 Milk Production of Buffaloes and Causes of Calf Mortality under a Semi-Intensive Production System in Egypt. Mourad M., Rashwan S. (in English)

147-151 Genetic and Phenotypic Parameters of Birth Weight Traits in Fulbe Sheep in Cameroon. Ebangi A.L., Njoya A., Ngo-Tama A.C., Awa D.N., Mbah D.A. (in English)

153-158 Semen Characteristics of Local Breeder Cocks in the Sahel Region of Nigeria. Bah G.S., Chaudhari S.U.R., Al-Amin J.D. (in English)

159-167 Purpose for an Early Acclimatization of Broiler Chickens under Production Conditions in Venezuela. De Basilio V., Oliveros I., Vilarifio M., Diaz J., Leon A., Picard M. (in French)

169-174 Preliminary Results on the Chemical Immobilization of African Rodents: the Brush-Tailed Porcupine (*Atherurus africanus*, Gray 1842) and Giant Rat (*Cricetomys emini*, Waterhouse 1840). Study on Four Protocols. Edderaï D., Aran A., Woringer E., Houben P. (in French)

Sumario

PATOLOGIA INFECCIOSA

93-97 Estudio bacteriológico y patológico sobre la neumonía en dromedarios (*Camelus dromedarius*) en Jordania. Al-Tarazi Y.H. (en inglés)

99-102 Contribución al estudio de la infección por *Rhodococcus equi* en los equinos en el nordeste de Túnez. Chabchoub A., Taouji S., Landolsi F., Collobert C., Chtioui Z., Messadi L., Ezzaouia M., Ghorbel A. (en francés)

PATOLOGIA PARASITARIA

103-107 Lugar y momento de inseminación de *Glossina palpalis palpalis* (Robineau-Desvoidy, 1830) en un sector forestal de Costa de Marfil. Dagnogo M., Hien L., Fadiga S. (en francés)

108 Nota de lectura

109-114 Abundancia relativa de tabánidos en la región de las sabanas en Côte d'Ivoire. Acapovi G.L., Yao Y., N'Goran E., Dia M.L., Desquesnes M. (en francés)

115-122 Garrapatas (Acari: Ixodidae) del camello de una giba (*Camelus dromedarius*) en Kenia y Etiopía del Sur: composición de las especies, sitios de fijación, relación de sexos e incidencia estacional. Dioli M., Jean-Baptiste S., Fox M. (en inglés)

123-127 Prevalencia de la cisticercosis porcina en el Mayo-Danay (norte del Camerún) y el Mayo-Kebbi (sudoeste del Chad). Assana E., Zoli P.A., Sadou H.A., Nguekam, Vondou L., Pouedet M.S.R., Dorny P., Brandt J., Geerts S. (en francés)

RECURSOS ANIMALES

129-138 Caracterización de la raza bovina Somba, mediante marcadores moleculares. Moazami-Gouadarzi K., Belemsaga D.M.A., Ceriotti G., Laloë D., Fagbohoun F., Kouagou N'T., Sidibé I., Codjia V., Crimella M.C., Grosclaude F., Touré S.M. (en francés)

139-145 Producción de leche en búfalos y causas de mortalidad en terneros en un sistema de producción semi intensivo en Egipto. Mourad M., Rashwan S. (en inglés)

147-151 Parámetros genéticos y fenotípicos de los caracteres de peso al nacimiento en ovejas Fulbé en Camerún. Ebangi A.L., Njoya A., Ngo-Tama A.C., Awa D.N., Mbah D.A. (en inglés)

153-158 Características del semen de gallos de cría locales en la región Sahariana en Nigeria. Bah G.S., Chaudhari S.U.R., Al-Amin J.D. (en inglés)

159-167 Interés de la aclimatación precoz bajo condiciones de producción de pollos de carne en Venezuela. De Basilio V., Oliveros I., Vilarriño M., Diaz J., Leon A., Picard M. (en francés)

169-174 Resultados preliminares sobre la inmovilización química de roedores africanos: *Atherurus africanus*, Gray 1842 y *Cricetomys emini*, Waterhouse 1840. Edderai D., Aran A., Woringer E., Houben P. (en francés)

Bacteriological and Pathological Study on Pneumonia in the One-Humped Camel (*Camelus dromedarius*) in Jordan

Y.H. Al-Tarazi¹

Key words

Camelus dromedarius - Pneumonia - Gram-positive bacteria - Gram-negative bacteria - Histopathology - Jordan.

Summary

In general, literature about camel pneumonia is scarce. In this study, 284 lungs of slaughtered camels (6 months to 10 years of age) from northern Jordan were examined. Pneumonia prevalence was 10.2%. Pathological lesions of pneumonic lungs showed the presence of chronic proliferative bronchopneumonia, chronic pleuropneumonia and interstitial pneumonia. Lung abscesses were also recorded. Chronic proliferative bronchopneumonia (20.69%) and chronic pleuropneumonia (6.9%) were more frequent in older camels (about 10 years of age), while interstitial pneumonia (58.6%) and lung abscesses (10.34%) were more frequent in young camels (6 months to 4 years of age). *Mannheimia haemolytica* and *Pseudomonas aeruginosa* were the most frequent isolates from cases of chronic proliferative bronchopneumonia and chronic pleuropneumonia, while *Escherichia coli* and *Klebsiella* spp. were the most frequent isolates from cases of interstitial pneumonia. *Staphylococcus aureus*, *Actinomyces pyogenes* and hemolytic streptococci were the most frequent isolates from lung abscess cases. A total of 75 bacterial isolates were collected from the 29 pneumonic lungs. The most frequent were *E. coli* (26.66%), *Klebsiella* spp. (14.66%), *Pseudomonas aeruginosa* (12%), *Staphylococcus aureus* (10.66%), *Mannheimia haemolytica* (6.66%) and *Actinomyces pyogenes* (6.66%). *Klebsiella ozaenae* was the most frequent among the *Klebsiella* species identified.

■ INTRODUCTION

The one-humped camel is widely distributed in the Horn of Africa, North African countries, the Arab peninsula and some countries of Asia. In Jordan, the population of dromedary camels is around 18,000. Bedouin use them as a means of transportation in the desert; they can also be used for tourism or reared for production of meat, milk, hair or hide (16).

Lung infections, especially pneumonia, are major diseases of domestic animals. Outbreaks occur in camel, cattle, buffaloes and small ruminants in various countries (13, 25, 26). Pneumonia may be caused by bacteria, mycoplasmas, viruses, parasites and fungi (5, 25).

Rearing systems, stress factors, climatic changes, unhygienic conditions, sudden changes in feed and a low level herd health status were stated as predisposing factors to bacterial and viral

pneumonia. In camels, pneumonia outbreaks are usually observed during the change from the dry to the rainy season (5, 17, 19, 25, 27). Only few studies were found in the available literature on pathological and bacteriological affections of pneumonic lungs in camels. Most of the studies on camels were about parasitic infections (7, 12, 22). In Jordan, only one study on camel diseases was available (6). Therefore, the objective of this work was to study the etiology (bacterial) as well as histopathological findings of pneumonia in camels in the northern part of Jordan.

■ MATERIALS AND METHODS

From July 2000 to February 2001 (summer and winter), 284 lungs of one-humped camels (6 months to 10 years old) slaughtered at Ramtha abattoir (75 km north of Amman) were grossly examined for the presence of pneumonic lesions. Tissues from apparently affected lungs were collected and divided into two portions. One portion (7 x 10 x 10 mm) was fixed in 10% neutral buffered formalin for histopathological examination. Tissue blocks were processed using standard procedures. Sections 5- μ m thick were stained with hematoxylin-eosin and examined microscopically (9). The other portion was placed in sterile plastic bags, kept in an icebox and subjected to bacteriological examination within two hours of collection. Ten apparently healthy lungs were also

1. Department of Basic Veterinary Medical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Jordan University of Science and Technology, PO Box 3030, Irbid, Jordan
Tel: +962 2 720 10 00; Fax: +962 2 709 51 23; E-mail: tarazi@just.edu.jo

bacteriologically examined. The lung specimens were immersed in alcohol and flamed. A sharp incision was made in the lesion with a sterile blade. A full loop was taken from the lesion and inoculated on 5% sheep blood agar (DIFCO) and MacConkey agar (DIFCO). The inoculated plates were incubated at 37°C for 24-48 hrs. Growing colonies were picked up, inoculated on nutrient broth and then subcultured on Tryptic Soy agar (DIFCO). The isolates were identified according to the colony morphology, pigment production, Gram's stain and Albert stain morphology, as well as biochemical characters. The bacterial isolates were classified by species according to Barrow and Feltham (10) and Bergey's Manual of Systemic Bacteriology (11).

■ RESULTS

Histopathological pictures

Out of 284 lungs examined, 29 (10.2%) lungs had gross lesions. These lesions were found in lungs of various camel age groups. The chronic proliferative bronchopneumonia and chronic pleuropneumonia were observed more frequently in older animals, while interstitial pneumonia and lung abscesses were more common in younger animals (Table I).

Histopathological changes showed chronic proliferative bronchopneumonia in six lungs and chronic pleuropneumonia in two lungs (Table I). The chronic proliferative bronchopneumonia was characterized by a "hepatized" texture of the affected tissue and a mosaic appearance (Figure 1). Under a microscope, the lesions were characterized by severe mononuclear infiltration and fibrous proliferation. The alveoli were either filled with inflammatory cells or totally damaged with giant cell formation (Figure 2). The bronchi were filled with inflammatory cells and congested blood vessels. In chronic pleuropneumonia, there was also expansion and congestion of the pleura and caudal lobe (phringe-extensions) and infiltration of inflammatory cells (macrophages and polymorphs) (Figure 3). In only one lung, pleuritis was diagnosed with pulmonary edema, which was characterized by dilated lymph vessels, congestion of blood vessels, moderate infiltration of inflammatory cells with proteinaceous materials and thickening of the alveolar wall. Interstitial pneumonia was observed in 17 lungs and was characterized by thickening of alveolar wall and presence of inflammatory cells in moderate numbers (Figure 4). Lung abscesses were found in three lungs and were characterized by the presence of several abscesses (1-2 cm in diameter) close to each other and filled with cheese-like viscid pus.

Table I

Pathological findings, frequency, distribution according to age and most frequent isolates of 29 pneumonic camel lungs in northern Jordan

Type of lung lesion	Prevalence of lung lesions (%)	Animal age	Most frequent bacterial isolates
Chronic proliferative bronchopneumonia	6 (20.69)	1-10 years	<i>Pasteurella haemolytica</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>E. coli</i> , <i>Klebsiella</i> spp.
Chronic pleuropneumonia	2 (6.9)	10 years	<i>Pasteurella haemolytica</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i>
Pleuritis with pulmonary edema	1 (3.45)	2 years	<i>Staphylococcus aureus</i>
Interstitial pneumonia	17 (58.6)	6 months to 4 years	<i>E. coli</i> , <i>Klebsiella</i> spp., <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Staphylococcus</i> spp.
Lung abscess	3 (10.34)	1-2 years	<i>Staphylococcus</i> spp., hemolytic streptococci, <i>Actinomyces pyogenes</i> , <i>E. coli</i>

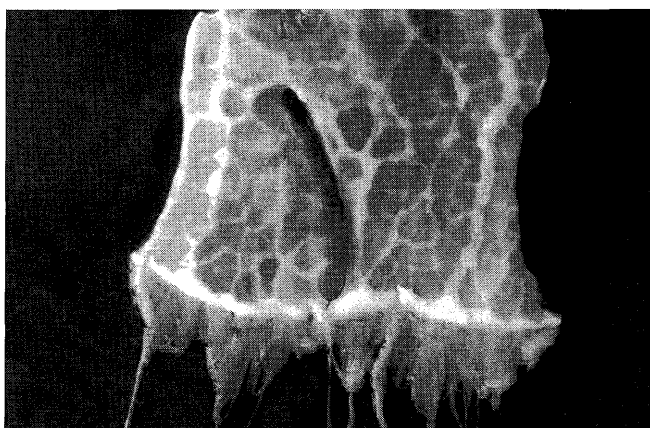


Figure 1: Chronic proliferative bronchopneumonia of a ten-year-old camel. The affected part shown is the caudal lobe of the lung. Notice the mosaic appearance, the fibrosis on the right side and the phrinxes.

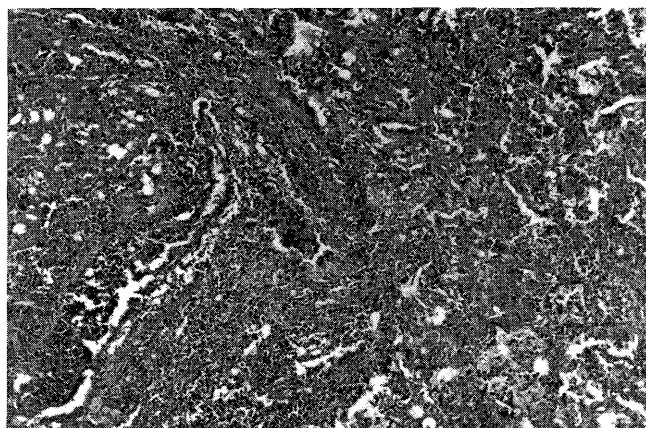


Figure 2: Microscopic appearance of chronic proliferative bronchopneumonia characterized by severe mononuclear infiltration; the alveoli are damaged and filled with inflammatory cells (H & E; x 200).

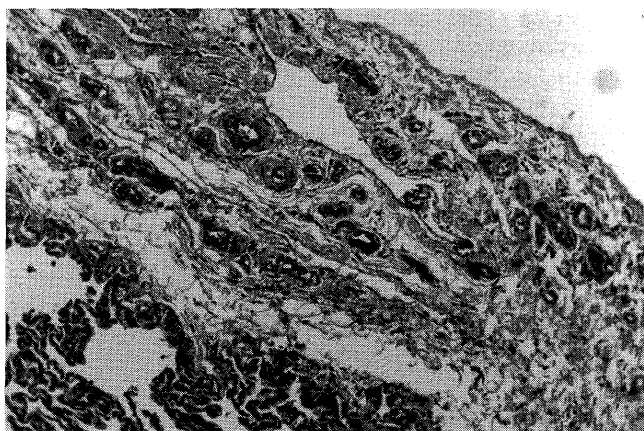


Figure 3: Microscopic appearance of chronic pleuropneumonia in which the pleura is invaded by inflammatory cells and the blood vessels are congested (H & E; x 800).

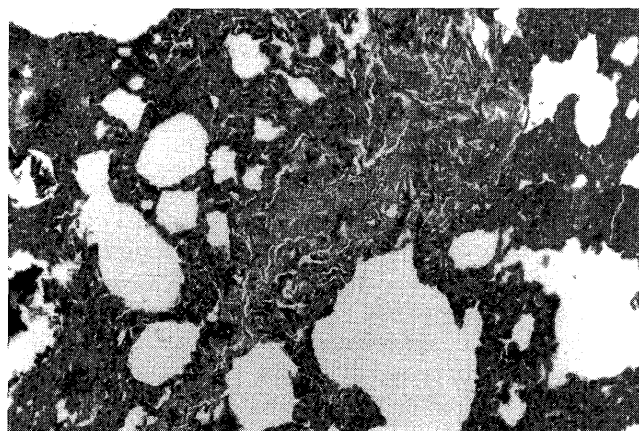


Figure 4: Interstitial pneumonia in a camel. Notice the thickening of the alveolar wall and presence of a moderate number of inflammatory cells (H & E; x 200).

Bacterial isolates

A total of 75 bacterial isolates were collected from the 29 pneumonic lungs cultured. More than one bacterial species were isolated from 24 pneumonic lungs, one species from three lungs and no bacterial growth was obtained from two lungs. The ten apparently healthy lungs examined did not reveal any bacterial growth. There were 47 Gram-negative bacterial isolates that were or could be pathogenic: *Escherichia coli*, *Klebsiella* spp., *Pseudomonas aeruginosa*, *Mannheimia haemolytica* (previously *Pasteurella haemolytica*) and *Citrobacter* spp. And there were 20 Gram-positive isolates: *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus* spp., *Actinomyces pyogenes* and hemolytic streptococci. Other bacterial species (eight isolates) were also collected: *Bacillus* spp., *Proteus* spp. and *Enterobacter aerogenes* (Table II). The species of *Klebsiella* were identified and *Klebsiella ozaenae* was the most frequent (Table III). The results showed that *E. coli* and *Klebsiella* spp. were the most frequent isolates from cases of interstitial pneumonia, in addition to *Pseudomonas aeruginosa* and *Staphylococcus* spp. On the other hand, *Mannheimia haemolytica* and *Pseudomonas aeruginosa* were the most frequent isolates from cases of chronic proliferative bronchopneumonia and chronic pleuropneumonia, in addition to *E. coli* and *Klebsiella* spp. From cases of lung abscesses, *Staphylococcus aureus*, other *Staphylococcus* species, hemolytic streptococci, *Actinomyces pyogenes* and *E. coli* were isolated (Table I).

■ DISCUSSION

In this study, pathological examination of 284 slaughtered camel lungs showed occurrence of pneumonia in 29 (10.2%) lungs. This agrees with the results of other studies conducted in Jordan and Egypt, where the infection rates of the lungs examined were 10 and 12%, respectively (6, 18).

The results of this work show that chronic proliferative bronchopneumonia and chronic pleuropneumonia were found mainly in old camels. They were found in six (20.69%) and two (6.9%), respectively, out of 29 pneumonic lungs, from which *Mannheimia haemolytica* (8), *Pseudomonas aeruginosa*, *E. coli* and *Klebsiella* spp. were isolated. In Egypt, it was reported that out of 23 camel lungs examined, only three (13%) showed "hepatization", and *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Klebsiella* and *Citrobacter* were isolated (18). In Iraq,

Table II
Identification of 75 bacterial isolates from 29 pneumonic lungs of camels in northern Jordan

	Num. of isolates	%
<i>Escherichia coli</i>	20	26.66
<i>Klebsiella</i> spp.	11	14.66
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	10.66
Other <i>Staphylococcus</i> spp.	3	4.00
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	9	12.00
<i>Actinomyces pyogenes</i>	5	6.66
<i>Pasteurella haemolytica</i>	5	6.66
Hemolytic streptococci	4	5.33
<i>Citrobacter</i> spp.	2	2.66
<i>Enterobacter aerogenes</i>	2	2.66
<i>Proteus</i> spp.	2	2.66
<i>Bacillus</i> spp.	4	5.33

Table III
Klebsiella species isolated from 11 pneumonic lungs of camels in northern Jordan

	Num. of isolates
<i>Klebsiella ozaenae</i>	5
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	3
<i>Klebsiella oxytoca</i>	2
<i>Klebsiella rhinoscleromatis</i>	1

another study showed that 56% of 150 camel lungs were pneumonic and *Pasteurella multocida*, *Mannheimia haemolytica*, *E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Actinomyces pyogenes* were isolated (3). In this study, *M. haemolytica*, and *Pseudomonas aeruginosa* were the most prominent in the cultures and they might have been the main cause of chronic bronchopneumonia in camels, while *E. coli* and *Klebsiella* spp. were less prominent and might be considered as secondary invaders.

The results of this study show that interstitial pneumonia was more frequent in young camels than in older ones. It was diagnosed in

17 (58.6%) of the 29 pneumonic lungs, from which *E. coli* and *Klebsiella* spp. were the most predominant isolates mixed with *Pseudomonas aeruginosa* or *Staphylococcus aureus* or with other *Staphylococcus* species. Similarly, these types of pneumonia were reported to occur in free-range animals (12).

In this study, a relatively high number of bacterial isolates (75) were collected from 29 pneumonic lungs, of which 24 revealed more than one bacterial species. The bacterial species isolated and identified from the affected lungs included *E. coli*, *Klebsiella* spp., *S. aureus*, *P. aeruginosa*, *A. pyogenes*, *M. haemolytica*, *Streptococcus* spp., *Citrobacter*, *E. aerogenes*, *Proteus* and *Bacillus*. The ten apparently healthy lungs examined and considered as negative control revealed no bacterial growth. These results agree with other studies conducted in Pakistan (4) and Egypt (18), where the authors conclude that the etiology of pneumonia in camels is multifactorial. The results of this study also agree with those reported in Sudan, where *S. aureus* (34.6%), *Klebsiella* spp. (26.4%), *A. pyogenes* (22.4%) and *S. pyogenes* (16.8%) were isolated from 96 pneumonic lungs among 125 camel examined (20), and those reported in Iraq, where *P. multocida*, *M. haemolytica*, *E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa* and *A. pyogenes* were isolated in 56% of 150 camel lungs (3).

Three lungs showed multiple abscesses (1-2 cm in diameter), from which *S. aureus*, hemolytic streptococci and *A. pyogenes* were isolated. Such types of abscesses in camel lungs were reported in Iraq, where five camels showed small localized abscesses in the lungs and *A. ovis* was isolated (3). These results agree with what was mentioned in the literature about causative agents of abscesses (13, 23, 24).

The isolation of *M. haemolytica* from "hepatized" camel lungs agrees with results from other studies conducted in Jordan (6), Iraq (3) and Sudan (20). In contrast, it differs from reports in Egypt, where no *M. haemolytica* was isolated from any pathological lesions of six pneumonic lungs (18).

In this study, *K. ozaenae*, *K. pneumoniae*, *K. oxytoca* and *K. rhinoscleromatis* were isolated from pneumonic lungs of camels, whereas in most previous studies on camel pneumonia *Klebsiella* is mentioned at the genus level only. Finally, *Bacillus*, *Proteus* and *E. aerogenes* isolates were collected from mixed cultures of pneumonic lungs. Such isolates were previously mentioned by others and are considered less pathogenic (4, 21).

■ CONCLUSION

Camels in Jordan were found to be affected with bacterial pneumonia. Their prevalence rate in the present study was 10.2%. Bacterial pneumonia could be classified into three groups: chronic proliferative bronchopneumonia, chronic pleuropneumonia and interstitial pneumonia. Chronic pneumonia that affected older camels was mainly caused by *M. haemolytica* and *Pseudomonas aeruginosa*, whereas interstitial pneumonia that affected young camels was caused by *Klebsiella* spp. and *E. coli*. Lung abscesses were caused by pyogenic organisms. The majority of bacterial pneumonia cases had multifactorial causes.

Acknowledgments

The author wishes to thank the Faculty of Scientific Research at Jordan University of Science and Technology (JUST) for funding this research (project No. 145/99).

REFERENCES

1. ABDEL-HAFEZ S.K., AL-YAMAN F.M., SAID I.M., 1986. Further studies on prevalence of hydatidosis in slaughtered animals from north Jordan. *J. Parasitkde*, **72**: 89-96.
2. AL-ALLAWY T.A., MOTTELIB T.A., NASHED S., SALEM H., 1979. A study of pneumonia in buffalo calves in Egypt. *J. Egypt vet. Med. Assoc.*, **39**: 23-28.
3. AL-ANI F.K., 1990. Common respiratory diseases of Iraqi camels. In: Proc. Symposium on Camel Breeding, Diseases and their Control, Arab Organization for Agricultural Development (AOAD), Alger, Algeria, 24-26 March 1990, p. 283-287.
4. AL-DOUGHAYM A.M., MUSTAFA K.M., MOHAMED G.E., 1999. Aetiological study on pneumonia in camel (*Camelus dromedarius*) and *in vitro* anti-bacterial sensitivity pattern of the isolates. *Pak. J. Biol. Sci.*, **2**: 1102-1105.
5. ALLEY M.R., 1991. In: Grunsell C.S.G., Raw M.E., Eds, The veterinary annual. Pneumonia in sheep. Oxford, UK, Blackwell Scientific, p. 51-58.
6. AL-RAWASHDEH O.F., AL-ANI F.K., SHARRIF L.A., AL-QUDAH K.M., AL-HAMI Y., FRANK I., 2000. A survey of camel (*Camelus dromedarius*) diseases in Jordan. *J. Zoo Wildl. Med.*, **31**: 335-338.
7. AL-RAWASHDEH O.F., SHARIF L.A., AL-QUDAH K., AL-ANI F.K., 1999. *Trypanosoma evansi* infection in camels in Jordan. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **52**: 233-237.
8. ANGEN O., MUTTERS R., CAUGANT D.A., OLSEN J.E., BISGAARD M., 1999. Taxonomic relationships of the (*Pasteurella*) *haemolytica* complex as evaluated by DNA-DNA hybridizations and 16S rRNA sequencing with proposal of *Mannheimia haemolytica* gen. Nov., comb. Nov., *Mannheimia granulomatis* comb. Nov., *Mannheimia glucosida* spp. Nov., *Mannheimia ruminalis* spp. Nov. and *Mannheimia varigena* spp. Nov. *Int. J. Syst. Bact.*, **1**: 67-86.
9. BANCROFT J.D., STEVENS A., 1990. Theory and practice of histological techniques, 3rd Ed. Edinburgh, UK, Churchill Livingstone, p. 21-118.
10. BARROW G.I., FELTHAM R.K.A., 1993. In: Cowan and Steel's Manual for identification of medical bacteria, 3rd Ed. Cambridge, UK, Cambridge University Press, p. 50-150.
11. BERGEY'S MANUAL OF SYSTEMIC BACTERIOLOGY, 1984. Volume 1. Baltimore, MD, USA, William & Wilkins, p. 409-570.
12. BLOOD D.C., RADOSTITS O.M., 1990. Veterinary medicine, 7th Ed. London, UK, Bailliere Tindall, p. 1427-1433.
13. COSTA L.R.R., SPIER S.J., HIRSH D.C., 1998. Comparative molecular characterization of *Corynebacterium pseudotuberculosis* of different origins. *Vet. Microbiol.*, **62**: 135-143.
14. DUNGWORTH D.L., 1993. The respiratory system, inflammation of the lungs. In: Jubb K.V.F., Kennedy P.C., Palmer N., Eds, Pathology of domestic animals, 4th Ed., Vol. 2. New York, NY, USA, Academic Press, p. 591-608.
15. EL-MAGAWRY S., OKELA M., EZZAT M., EL-ATTAR H.M., 1986. Etiological study on respiratory affection in camels and its relation to hematological and biochemical changes. *Assiut vet. Med. J.*, **17**: 97-103.
16. FAO, 1995. Production yearbook. The Middle East and North Africa, 41st Edn. London, UK, Europe Publications, p. 593.
17. KIRTON A.H., O'HARA P.J., SHORTRIDGE E.H., CORDES D.O., 1976. Seasonal incidence of enzootic pneumonia and its effect on the growth of lambs. *N. Z. vet. J.*, **24**: 59-64.

18. MAHMOUD A.Z., SABAH I.M., EL-YAS A.H., 1988. A study on lung affections of camels (*Camelus dromedarius*) in Assiut governerate. *Assiut vet. Med. J.*, **20**: 93-99.
19. MCLEROY S.G., GOODALL E.A., MCCRACKEN R.M., STEWART D.A., 1989. Rain and windchill as factors in the occurrence of pneumonia in sheep. *Vet. Rec.*, **125**: 79-82.
20. MOHAMED G.E., ABU-SAMRA M.T., MUSA B.E., 1990. The status of camel diseases in the Sudan and future out load. In: Proc. Symposium on Camel Breeding, Diseases and their Control, Arab Organization for Agricultural Development (AOAD), Alger, Algeria, 24-26 March 1990, p. 251-269.
21. MOHAMED B.A., FARAH I.O., 1994. Isolation of aerobic bacterial species from the dromedary camel. *Sud. J. vet. Anim. Husb.*, **33**: 58-64.
22. MUSA M.T., HARRISON M., IBRAHIM A.M., TAHA T.O., 1989. Observations on Sudanese camel nasal myiasis caused by the larvae of *Cephalopina titillator*. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **42**: 27-31.
23. NOBLE W.C., 1998. Staphylococcal diseases. In: William J., Hausler Jr., Sussman M., Eds, Topley and Wilson's Microbiology and microbial infections, 9th Edn, Vol. 3, Bacterial infections. London, UK, Arnold, p. 231-255.
24. RUOFF K.L., 1998. Streptococcal diseases. In: William J., Hausler Jr., Sussman M., Eds, Topley and Wilson's Microbiology and microbial infections, 9th Edn, Vol. 3, Bacterial infections. London, UK, Arnold, p. 257-275.
25. SCHWARTZ H.J., DIOLI M., Eds, 1992. The one-humped camel (*Camelus dromedarius*) in Eastern Africa; A pictorial guide to diseases, health care and management. Weikersheim, Germany, Verlag Josef Margraf, p.199-203.
26. SELMAN I.E., WISEMAN A., 1983. A study of respiratory disease of adult cattle in Britain, problems affecting individual animals. *Ir. vet. J.*, **37**: 28-34.
27. WEBSTER A.J.F., 1981. Weather and infectious disease in cattle. *Vet. Rec.*, **108**: 183-187.

Reçu le 13.09.2001, accepté le 26.02.2002

Resumé

Al-Tarazi Y.H. Etude bactériologique et pathologique de la pneumonie chez le dromadaire (*Camelus dromedarius*) en Jordanie

Les publications concernant la pneumonie chez le dromadaire sont en général rares. Dans cette étude, 284 poumons de dromadaires, abattus entre 6 mois et 10 ans d'âge et provenant du nord de la Jordanie, ont été examinés. La prévalence de la pneumonie a été de 10,2 p. 100. Les lésions pathologiques des poumons atteints de pneumonie ont été classées selon qu'elles indiquaient la présence de la broncho-pneumonie proliférative chronique, de la pleuropneumonie chronique ou de la pneumonie interstitielle. Les abcès du poumon ont aussi été enregistrés. La broncho-pneumonie proliférative chronique (20,69 p. 100) et la pleuropneumonie chronique (6,9 p. 100) ont été plus fréquentes chez les dromadaires âgés (10 ans environ), alors que la pneumonie interstitielle (58,6 p. 100) et les abcès du poumon (10,34 p. 100) ont été plus fréquents chez les jeunes dromadaires (âgés de 6 mois à 4 ans). *Mannheimia haemolytica* et *Pseudomonas aeruginosa* ont été les espèces les plus fréquemment isolées dans le cas de broncho-pneumonie proliférative chronique et de pleuropneumonie chronique, alors que, dans les cas de pneumonie interstitielle, c'étaient *Escherichia coli* et *Klebsiella* spp. qui l'ont été le plus. Dans les cas d'abcès du poumon c'étaient *Staphylococcus aureus*, *Actinomyces pyogenes* et des streptocoques hémolytiques qui ont été le plus fréquemment observés. Au total, 75 espèces bactériennes ont été isolées de 29 poumons. Les plus fréquentes ont été *E. coli* (26,66 p. 100), *Klebsiella* spp. (14,66 p. 100), *Pseudomonas aeruginosa* (12 p. 100), *Staphylococcus aureus* (10,66 p. 100), *Mannheimia haemolytica* (6,66 p. 100) et *Actinomyces pyogenes* (6,66 p. 100). L'espèce la plus souvent observée parmi les *Klebsiella* identifiées a été *Klebsiella ozaenae*.

Mots-clés : *Camelus dromedarius* - Pneumonie - Bactérie Gram positif - Bactérie Gram négatif - Histopathologie - Jordanie.

Resumen

Al-Tarazi Y.H. Estudio bacteriológico y patológico sobre la neumonía en dromedarios (*Camelus dromedarius*) en Jordania

La literatura sobre camellos es, en general, rara. En el presente estudio, se examinaron 284 pulmones de camellos sacrificados (de 6 meses a 10 años de edad) en Jordania del norte. La prevalencia de neumonía fue de 10,2%. Las lesiones patológicas de los pulmones con neumonía fueron clasificadas como bronconeumonía crónica proliferativa, pleuroneumonía crónica y neumonía intersticial. Se encontraron también abscesos pulmonares. La bronconeumonía crónica proliferativa (20,69%) y la pleuroneumonía crónica (6,9%) fueron más frecuentes en camellos viejos (aproximadamente 10 años de edad). Por otro lado, la neumonía intersticial (58,6%) y los abscesos pulmonares (10,34%) fueron más frecuentes en camellos jóvenes (6 meses a 4 años de edad). Los aislamientos más frecuentes en casos de bronconeumonía crónica proliferativa y pleuroneumonía crónica fueron *Mannheimia haemolytica* y *Pseudomonas aeruginosa*, mientras que *Escherichia coli* y *Klebsiella* spp. fueron los más frecuentes en los aislamientos en caso de neumonía intersticial. *Staphylococcus aureus*, *Actinomyces pyogenes* y estreptococos hemolíticos fueron los aislamientos más frecuentes en casos de abscesos pulmonares. Se recolectaron un total de 75 aislamientos bacterianos, a partir de 29 pulmones neumónicos. Los más frecuentes fueron: *E. coli* (26,66%), *Klebsiella* spp. (14,66%), *Pseudomonas aeruginosa* (12%), *Staphylococcus aureus* (10,66%), *Mannheimia haemolytica* (6,66%) y *Actinomyces pyogenes* (6,66%). *Klebsiella ozaenae* fue la más frecuente de las especies de *Klebsiella* identificadas.

Palabras clave: *Camelus dromedarius* - Neumonía - Bacteria gram positiva - Bacteria gram negativa - Histopatología - Jordania.

Formations spécialisées diplômantes

Cirad-emvt

2002-2003

Diplôme d'études supérieures spécialisées (Dess)

PRODUCTIONS ANIMALES EN REGIONS CHAUDES

délivré par l'université Montpellier II

• **6 modules obligatoires**

- Milieu et ressources primaires
- Zootechnie et systèmes d'élevage
- Economie du développement, économie de l'élevage et des filières de produits animaux
- Alimentation animale
- Gestion des milieux aquatiques
- Pathologies parasitaire et infectieuse

• **1 mois de module optionnel à choisir parmi les modules suivants**

- Faune sauvage et développement
- Relation élevage/agriculture pour la gestion des terroirs (au Cnearc)
- Pathologie et production des ovins et caprins
- Aviculture tropicale
- Aquaculture tropicale
- Qualité et hygiène des denrées alimentaires d'origine animale en régions chaudes

Stage : 3 à 5 mois en régions chaudes

Certificat d'études approfondies vétérinaires (Ceav)

PATHOLOGIES ANIMALES EN REGIONS CHAUDES - EPIDEMIOSURVEILLANCE

délivré par l'Ecole nationale vétérinaire de Toulouse

• **8 modules obligatoires**

- Elevage en zone tropicale
- Epidémiologie
- Gestion et traitement des données épidémiologiques
- Pathologies infectieuse et parasitaire
- Santé publique vétérinaire
- Hygiène des denrées alimentaires d'origine animale
- Droit vétérinaire
- Réglementation internationale

Stage : 12 semaines au minimum en régions chaudes

Certificat d'études supérieures (Ces)

EPIDEMIOLOGIE ANIMALE

délivré par l'Ecole nationale vétérinaire d'Alfort

• **5 modules obligatoires**

- Bases en épidémiologie (2 semaines, Alfort)
- Enquêtes en épidémiologie (méthodes, réalisation et analyse des résultats) (2 semaines, Alfort)
- Epidémiologie appliquée à la lutte contre les maladies transmissibles (1 semaine, Alfort)
- Epidémiologie (4 semaines, Montpellier)
- Bases de données informatiques (1 semaine, Montpellier)

• **2 modules optionnels**

- Systèmes d'information géographique (2 semaines, Montpellier)
- Analyse de risque (2 semaines, Alfort)

Stage : 15 jours minimum en France

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 :

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

Contribution à l'étude de l'infection à *Rhodococcus equi* chez les équidés dans le nord-est de la Tunisie

A. Chabchoub^{1*} S. Taouji² F. Landolsi¹
C. Collobert² Z. Chtioui¹ L. Messadi¹
M. Ezzaouia³ A. Ghorbel¹

Mots-clés

Equidae - Cheval - *Rhodococcus equi* - Test Elisa - Tunisie.

Résumé

Les auteurs ont recherché par la technique Elisa la présence d'anticorps anti-protéine de virulence VAP A de *Rhodococcus equi* chez 39 chevaux ayant présenté des symptômes évoquant la rhodococcose et chez 57 poulains sains considérés comme témoins. Parmi les chevaux malades, 35,9 p. 100 ont été positifs contre 17,5 p. 100 seulement chez les témoins. Aucune différence n'a été relevée en fonction du sexe ni de la race. Néanmoins, les résultats sérologiques ont montré des différences statistiquement significatives entre les tranches d'âges des chevaux de l'étude.

■ INTRODUCTION

La pathologie néonatale du poulain a souvent des répercussions graves aussi bien sur le plan médical que sur le plan économique. Plusieurs causes sont à l'origine de cette entité notamment la recrudescence de la pathologie induite par *Rhodococcus equi* durant ces dernières années. La rhodococcose équine est due à un bacille polymorphe à Gram positif initialement connu sous le nom de *Corynebacterium equi* et récemment sous le nom de *Rhodococcus equi*. C'est une maladie qui sévit principalement dans les régions d'élevage chez les poulains. Cette infection a été décrite pour la première fois en 1923 par Magnusson chez de jeunes poulains en Suède. Elle peut être observée chez l'homme surtout chez les individus immunodéprimés ainsi que chez plusieurs autres espèces animales (16). Du fait de son importance, l'infection à *Rhodococcus equi* a fait l'objet de plusieurs travaux dans le monde. En Tunisie, des observations suspectant la présence de la maladie ont été rapportées par l'un des auteurs, mais aucune étude sur l'impact réel de cette maladie n'a été effectuée.

Le présent travail a consisté à rechercher les anticorps anti-protéine de virulence VAP A de *Rhodococcus equi* chez des équidés dans le

nord-est de la Tunisie, à évaluer l'impact de l'infection sur l'échantillon équin et à apporter, dans la mesure du possible, quelques informations sur le degré et la manière de son évolution.

La technique Elisa utilisée pour les analyses a été mise au point par le laboratoire d'études et de recherches en pathologie équine (Lerpe, Afssa, Dozulé, France). Cette technique permet la recherche des anticorps anti-protéine de virulence VAP A de *Rhodococcus equi*.

L'étude a été réalisée sur un échantillon de 96 équidés, essentiellement des poulains de différentes races, répartis sur plusieurs élevages du nord-est de la Tunisie.

■ MATERIEL ET METHODES

Le travail a consisté à effectuer une étude clinique associée à des prélèvements sanguins à partir de la veine jugulaire de 39 équidés malades (32 poulains et 7 adultes) présentant des symptômes évoquant la présence de *Rhodococcus equi* et 57 poulains sains utilisés comme témoins. L'ensemble de l'effectif étudié provenait de plusieurs élevages équins. Tous les élevages équins organisés ont été systématiquement visités (haras étatiques ou privés agréés pour la monte publique) dans la région du nord-est (gouvernorats de Tunis, Ariana, Mannouba et Bizerte) et chaque fois que des équidés ont présenté une symptomatologie évoquant la rhodococcose (atteintes respiratoires, digestives et/ou des troubles locomoteurs) (4) un prélèvement a été effectué. Par ailleurs, des prélèvements ont été effectués sur des équidés sains vivant dans les mêmes conditions.

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

2. Agence française de sécurité sanitaire des aliments (Afssa), Dozulé, Goustranville 14430, France

3. Fondation nationale d'amélioration de la race chevaline (Fnarc), Sidi-Thabet 2020, Tunisie

* Auteur pour la correspondance

Ecole nationale de médecine vétérinaire, Service de pathologie médicale, Sidi-Thabet 2020, Tunisie ; e-mail : chabchoub.ahmed@iresa.agrinet.tn

Rhodococcus equi, isolé du poumon de poulain atteint de pneumonie, a été cultivé dans un bouillon d'infusion de cerveau et de cœur (BHIB) pendant 72 h à 37 °C puis agité à 1 500 tours par min (150 rpm). Les cellules ont ensuite été récoltées par centrifugation, puis lavées avec 10 mmol/l de tris-HCl, pH 7,4, 0,15 mol NaCl (Tbs buffer) et recentrifugées. Les cellules (30-50 mg poids humide) ont été ajoutées à une solution à 2 p. 100 de triton X 114 dans le Tbs avec 1 mmol/l de fluorure de phénylméthylsulfonyle comme inhibiteur des protéases puis agitées toute la nuit à +4 °C. La matière insoluble a été éliminée par centrifugation à +4 °C et le surnageant a été récupéré et chauffé à 37 °C pendant 10 min avant recentrifugation à 25 °C pendant 15 min. La phase détergente a été lavée une fois avec assez de Tbs pour constituer une solution à 2 p. 100 de TX-114 qui a été mélangée à 10 volumes d'acétone puis laissée toute la nuit à -20 °C pour précipitation. Les antigènes VAP A ont alors été isolés et récupérés pour les plaques Elisa selon le protocole de Takai et coll. (17) et de Prescott et coll. (12). Après incubation durant 60 min à la température ambiante, la densité optique a été mesurée dans un lecteur Elisa automatique à 405 nm. Les puits contenant uniquement l'antigène ont été utilisés comme « blanc ». Le titre Elisa a été exprimé comme la dernière dilution du sérum donnant deux fois l'indication de la densité optique d'un contrôle négatif du sérum dilué au 1/10 (0,045 unité DO).

Les différences entre les groupes ont été établies par un test non paramétrique (χ^2) pour les pourcentages. La différence a été considérée significative au risque d'erreur de 5 p. 100.

■ RESULTATS

Importance des signes cliniques

Sur les 39 équidés malades, 23 ont présenté une symptomatologie respiratoire (broncho-pneumonie, jetage, toux...), 7 des troubles digestifs (coliques, diarrhées...), 7 des signes ostéoarticulaires et musculaires (tuméfaction des jarrets, arthrite...) et 2 poulains ont présenté des signes cutanés (abcès multiples généralisés). Parmi les animaux malades, sept sont morts, six suite à des symptômes respiratoires et un après des troubles digestifs.

Prévalence de l'infection à *Rhodococcus equi*

Sur les 96 équidés examinés pour la recherche d'anticorps contre la protéine de virulence VAP A de *Rhodococcus equi*, 24 se sont révélés positifs, soit une prévalence globale de 25 p. 100. Parmi les 39 équidés suspects, 14 se sont révélés positifs (35,9 p. 100) (tableau I). Parmi les animaux témoins, 10 se sont révélés positifs (17,5 p. 100). La différence de la prévalence de l'infection entre les deux lots a été statistiquement significative ($\chi^2 = 4,08$). Sur les 53 mâles examinés, 12 se sont révélés positifs (22,65 p. 100). Parmi les femelles, 12 sur les 43 étudiées ont été positives (27,9 p.100) (tableau II). La différence entre la prévalence de l'infection à *Rhodococcus equi* en fonction du sexe n'a pas été statistiquement significative ($\chi^2 = 0,053$).

Tableau I

Prévalence globale de l'infection à *Rhodococcus equi*

Test Elisa	Animaux malades	Témoins	Total
	Nb. (%)	Nb. (%)	Nb. (%)
Positifs	14 (35,90)	10 (17,55)	24 (25)
Négatifs	25 (64,10)	47 (82,46)	72 (75)
Total	39 (100)	57 (100)	96 (100)

Tableau II

Prévalence de l'infection à *Rhodococcus equi* en fonction du sexe

	Test Elisa	Femelles (20)	Mâles (19)
		Nb. (%)	Nb. (%)
Chevaux malades	Positifs	7 (35)	7 (36,84)
	Négatifs	13 (65)	12 (63,15)
Témoins	Positifs	5 (21,7)	5 (14,7)
	Négatifs	18 (78,26)	29 (85,29)
Total	Positifs	12 (27,9)	12 (22,65)
	Négatifs	31 (72)	41 (77,35)

L'effectif en fonction de l'âge a été arbitrairement partagé en quatre groupes. Dans le premier groupe, les animaux ont été âgés de 1 jour à 3 mois, dans le deuxième groupe de 3 à 6 mois, dans le troisième groupe de 6 et 12 mois et dans le quatrième groupe de plus d'un an. Dans le premier groupe, deux poulains sur les 17 se sont révélés positifs (11,7 p. 100) (tableau III). Dans le deuxième groupe, 16 parmi les 38 poulains se sont révélés positifs (42,1 p. 100). Dans le troisième groupe, deux parmi les 22 chevaux examinés ont été positifs (9,1 p. 100). Enfin, dans le quatrième groupe, quatre chevaux sur les 19 examinés ont été positifs (21,1 p. 100). La différence a été statistiquement significative entre la prévalence de l'infection à *Rhodococcus equi* dans les groupes 1 et 2 ($\chi^2 = 4,89$) ainsi que 2 et 3 ($\chi^2 = 9,84$).

Sur les 65 chevaux pur-sang Arabes, 16 ont été positifs, soit une prévalence de 24,6 p. 100 (tableau IV). Dans le groupe des chevaux pur-sang Anglais testés, quatre parmi les dix examinés se sont révélés positifs (40 p. 100). Dans le groupe des chevaux Barbes et Arabes-Barbes, quatre ont été positifs parmi les 16 chevaux examinés (25 p. 100). Il n'y a pas eu de différence statistiquement significative pour la prévalence de l'infection à *Rhodococcus equi* en fonction de la race des chevaux examinés ($\chi^2 = 3,99$).

Par ailleurs, aucune trace sérologique de *Rhodococcus equi* n'a été trouvée chez les ânes, les mulets et les poneys examinés.

Tableau III

Prévalence de l'infection à *Rhodococcus equi* en fonction de l'âge

Test Elisa	1 jour-3 mois	3 mois-6 mois	6 mois-1 an	> 1 an	Total
	Nb. (%)	Nb. (%)	Nb. (%)	Nb. (%)	Nb. (%)
Positifs	2 (11,76)	16 (42,10)	2 (9,09)	4 (21,05)	24 (25)
Négatifs	15 (88,24)	22 (57,79)	20 (90,90)	15 (78,94)	72 (75)
Total	17 (100)	38 (100)	22 (100)	19 (100)	96 (100)

Tableau IV

Prévalence de l'infection à *Rhodococcus* en fonction de la race

	Test Elisa positif	Test Elisa négatif	Total
	Nb. (%)	Nb. (%)	Nb. (%)
Pur-sang Arabes	16 (24)	49 (75)	65 (71,4)
Pur-sang Anglais	4 (40)	6 (60)	10 (11)
Barbes et Arabes Barbes	4 (25)	12 (75)	16 (17,6)
Total	24 (100)	67 (100)	91 (100)

■ DISCUSSION

Dans cette étude, une série d'examen cliniques et de prélèvements sanguins ont été effectués sur des équidés présentant des signes cliniques évoquant l'infection à *Rhodococcus equi* et des poulains sains qui ont servi de témoins.

La rhodococcose équine est une maladie qui sévit essentiellement en période chaude (1, 7). Pour cette raison, la période des prélèvements a volontairement été limitée d'août à d'octobre. Les auteurs se sont ainsi déplacés dans de nombreux élevages puisque, à cette époque de l'année, les poulains quittent les haras nationaux qui constituent, pour la majorité d'entre eux, leur lieu de naissance.

La technique utilisée a été l'Elisa. Elle est considérée comme la meilleure méthode de diagnostic de l'infection à *Rhodococcus equi* en raison d'une sensibilité et d'une spécificité supérieures à celles des autres méthodes sérologiques (AGID et IHA) (7, 17).

En effet, c'est une technique rapide à réaliser à partir d'une simple prise de sang et dotée d'une bonne valeur prédictive (14). Elle permet au clinicien d'établir un diagnostic précoce de l'infection, dès l'apparition des premiers symptômes, et de confirmer également une infection à *Rhodococcus equi* (17). Néanmoins, la technique Elisa n'est pas suffisante et une confirmation bactériologique demeure nécessaire (17).

Cette technique possède cependant certaines limites. En effet, la mesure du titre d'anticorps dirigés contre la protéine de virulence VAP A, fortement exprimée par les souches virulentes de *Rhodococcus equi*, est conditionnée par le choix de la souche dans la préparation de la solution antigénique par l'institut du cheval (Afssa, Dozulé, France). Aussi un titre élevé de ces anticorps anti-VAP A pourrait être détecté chez des animaux en bonne santé (14). De plus, Pronost et coll. estiment que le nombre de réponses faussement positives qui peuvent être données par cette technique est difficile à évaluer à cause du traitement mis en œuvre dès la connaissance du résultat (14).

Les anticorps dirigés contre la protéine de virulence VAP A de *Rhodococcus equi* ont été mis en évidence par la technique Elisa en quantité importante chez 14 sujets (35,9 p. 100) parmi les 39 chevaux présentant des symptômes évoquant une infection à *Rhodococcus equi*.

Ainsi, les auteurs peuvent affirmer avec certitude la présence et la circulation de *Rhodococcus equi* en Tunisie. De plus, cette affirmation concorde avec les travaux de l'un des auteurs qui a isolé cette bactérie chez deux poulains morts suite à une broncho-pneumonie.

La prévalence trouvée a été de 35,9 p. 100. Elle est comparable à la moyenne des prévalences rapportées dans d'autres études (7, 17)

réalisées grâce à la technique Elisa utilisant la souche ATCC 6939 et portant sur des poulains âgés de 45 jours appartenant à trois catégories d'élevage : des élevages où l'évolution de la maladie est sporadique (19,7 p. 100), des élevages où l'évolution est endémique (41,7 p. 100) et des élevages qui n'ont pas connu la maladie (8,1 p. 100).

Néanmoins, Collobert et coll. (4) rapportent dans une étude étalée sur dix années et portant sur 863 chevaux à l'autopsie, un taux de 8,69 p. 100 avec des variations annuelles de la prévalence dont le taux le plus élevé (taux de 14) a été observé sur un effectif de 50 chevaux en 1995.

Dans la présente étude, dix poulains parmi les 57 chevaux témoins ont eu un résultat sérologique positif vis-à-vis de l'infection, bien qu'ils n'aient présenté aucun signe de la maladie. Cela pourrait signifier une éventuelle évolution de l'infection sans aucune manifestation symptomatologique (7) ou un degré de virulence variable au sein des souches en circulation (14) ou encore un contact de l'équidé avec l'agent pathogène (7).

A l'opposé, des symptômes respiratoires graves à l'origine même de la mort de l'animal ont été notés, alors que la sérologie avait été négative. Ceci rejoint les résultats de Hofmann et coll. et s'expliquerait par le fait que d'autres agents pathogènes, tels que *Streptococcus equi*, *Streptococcus zooepidemicus*, pourraient être à l'origine d'une symptomatologie similaire (8).

L'étude statistique a montré une différence significative entre la prévalence de l'infection à *Rhodococcus equi* chez les chevaux suspects et celle des poulains témoins, ce qui est en accord avec ce qui a été rapporté par ailleurs (6, 7, 17).

Il n'y a pas eu de différence significative de la prévalence de l'infection entre les chevaux mâles et femelles, ce qui concorde avec ce qui a été rapporté par Prescott et coll. (13).

Les résultats sérologiques obtenus par tranches d'âges ont montré des différences significatives entre deux des quatre groupes de chevaux, ce qui concorde avec ce qui a été rapporté par Knottenbelt en 1993 (10). En effet, ce dernier mentionne que les poulains âgés de 2 à 4 mois sont les plus atteints, ce qui est lié à une chute physiologique du titre des anticorps maternels à un moment où leur système immunitaire est encore immature. Dans ce cas, l'infection à *Rhodococcus equi* chez les jeunes poulains peut être qualifiée d'opportuniste (14).

La classe des équidés adultes qui présentaient des symptômes suspects était constituée d'équidés en mauvais état de santé dont quatre étaient morts quelques jours après le prélèvement. L'éventuelle infection des chevaux adultes a été rapportée par Hondalus qui a mentionné l'intervention d'une immunodépression chez ces animaux suite à l'évolution de maladies intercurrentes (9).

L'absence de différence significative de la prévalence de l'infection à *Rhodococcus equi* entre diverses races (pur-sang Arabe, pur-sang Anglais, Barbe et Arabe-Barbe) concorde avec ce qui a été rapporté par Pronost et coll. (14). En effet, ils mentionnent que toutes les races peuvent être infectées de manière équivalente par *Rhodococcus equi*. Néanmoins, les résultats présentés ici sont en désaccord avec ceux de Falcon et coll. qui observent que les chevaux pur-sang Arabes sont plus atteints que les autres races (5).

Les ânes, les poneys et les mulets examinés ont tous été négatifs. Etant donné leur faible nombre, on ne peut cependant pas tirer de conclusion sur leur sensibilité à l'infection à *Rhodococcus equi*. A la connaissance des auteurs, aucune étude antérieure n'a évoqué l'infection de l'âne et du mulet par *Rhodococcus equi*. Néanmoins, Martens et coll. en 1982 (11) ont utilisé des poneys dans une étude expérimentale sur l'infection à *Rhodococcus equi*.

■ CONCLUSION

L'importance de l'infection à *Rhodococcus equi* chez les chevaux dans le monde a amené les auteurs à étudier son impact en Tunisie. Une enquête clinique et sérologique a été menée sur 96 équidés répartis sur plusieurs élevages. L'existence d'un titre élevé d'anticorps contre *Rhodococcus equi* a été mise en évidence, pour la première fois en Tunisie par la technique Elisa, chez 14 sujets parmi les 39 chevaux suspects d'être atteints par cette infection (35,9 p. 100).

Ce travail a montré une différence significative entre la prévalence de l'infection chez les chevaux suspects et celle des chevaux sains considérés comme témoins. C'est ainsi que la prévalence de l'infection à *Rhodococcus equi* serait liée à l'intervention de souches virulentes et aussi à la présence d'un nombre important de bactéries dans l'environnement. En effet, la mise en évidence d'un système VAP A a permis de distinguer les souches pathogènes des souches apathogènes de *Rhodococcus equi*. Ce système de virulence VAP A a été de ce fait utilisé dans le présent travail dans le cadre d'une technique de diagnostic sérologique Elisa mise au point par le Laboratoire d'études et de recherches en pathologie équine. Cette technique a permis un diagnostic précoce de l'infection, mais elle reste toutefois inaccessible pour une utilisation routinière avec parfois de fausses réponses positives.

Cette étude devrait être complétée par des travaux visant à explorer un nombre beaucoup plus important de chevaux et à établir une éventuelle corrélation entre le nombre de bactéries dans l'environnement et l'impact de la maladie dans les élevages équins.

L'isolement de la souche serait aussi intéressant à faire surtout à partir du liquide broncho-alvéolaire ou de cadavres d'animaux dont l'autopsie confirme qu'ils sont morts de cette infection.

Ces connaissances réunies permettraient d'instaurer une prévention médicale et sanitaire efficace de l'infection à *Rhodococcus equi* chez les poulains et les chevaux en Tunisie.

BIBLIOGRAPHIE

1. BARTON M.D., 1991. The ecology and epidemiology of *Rhodococcus equi*. In: Proc. American Association of Equine Practitioners. *Equine infect. Dis.*, 1: 77-81.
2. COLLOBERT C., 1997. Les arthrites à *Rhodococcus equi* chez le poulain. *Prat. vét. équine*, 29: 245-246.
3. COLLOBERT C., DENOIX J.M., 1990. L'infection à *Corynebacterium equi* chez le poulain. *Prat. vét. équine*, 3: 41-47.

Summary

Chabchoub A., Taouji S., Landolsi F., Collobert C., Chtioui Z., Messadi L., Ezzaouia M., Ghorbel A. Contribution to the Study of *Rhodococcus equi* Infections in Horses in the Northeast of Tunisia

The authors searched by ELISA for antibodies directed against virulent protein VAP A of *Rhodococcus equi* in 39 horses that displayed *Rhodococcus* infection-like symptoms, and in 57 healthy foals used as control. Among sick horses and control foals, 35.9 and 17.5% were positive, respectively. No significant differences were found based on sex or breed. But significant differences were found between the various age groups of the studied horses.

Key words: Equidae - Horse - *Rhodococcus equi* - ELISA - Tunisia.

4. COLLOBERT C., FOURSIN M., FABRY A.C., TARIEL G., LAMIDEY C., FOUCHER N., FORTIER G., MOUSSU C., 1998. Infection à *Rhodococcus equi* chez le poulain à l'autopsie : importance des localisations ostéo-articulaires et musculaires. *Prat. vét. équine*, 30: 27-34.

5. FALCON J., SMITH B.P., O'BRIEN T.R., CARLSON G.P., BIBERSTEIN E., 1985. Clinical and radiographic finding in *Corynebacterium equi* pneumonia of foals. *J. Am. vet. Med. Assoc.*, 186: 593-599.

6. HIGUCHI T., HASHIKURA S., GOJO C., INUI T., SATOH S., YOSHIDA M., ISHIYAMA T., YAMADA H., TAKAI S., 1997. Clinical evaluation of the serodiagnostic value of enzyme-linked immunosorbent assay for *Rhodococcus equi* infection in foals. *Equine vet. J.*, 29: 274-278.

7. HIGUCHI T., TAHARAGUCHI S., HASHIKURA S., HAJIWARA S., KOJO C., SATOH S., YOSHIDA M., TAKAI S., 1998. Physical and serologic examinations of foals at 30 and 45 days of age for early diagnosis of *Rhodococcus equi* infection in endemically infected farms. *J. Am. vet. Med. Assoc.*, 212: 976-981.

8. HOFMANN A., VIEL L., PRESCOTT J.F., ROSENDAL S., THORSEN J., 1993. Association of microbiologic flora with clinical, endoscopic, and pulmonary cytologic findings in foals with distal respiratory tract infection. *Am. J. vet. Res.*, 54: 1615-1622.

9. HONDALUS M.K., 1997. Pathogenesis and virulence of *Rhodococcus equi*. *Vet. Microbiol.*, 56: 257-268.

10. KNOTTENBELT D.C., 1993. *Rhodococcus equi* infection in foals: A report of an outbreak on a thoroughbred stud in Zimbabwe. *Vet. Rec.*, 23: 79-85.

11. MARTENS R.J., FISHE R.A., RENSCHAW H.W., 1982. Experimental subacute foal pneumonia induced by aerosol administration of *Corynebacterium equi*. *Equine vet. J.*, 14: 111-116.

12. PRESCOTT J.F., FERNANDEZ A.S., NICHOLSON V.M., PATTERSON M.C., YAGER J.A., VIEL L., PERKINS G., 1996 Use of virulence associated protein-based enzyme-linked immunosorbent assay for *Rhodococcus equi* serology in horses. *Equine vet. J.*, 28: 233-349.

13. PRESCOTT J.F., SWEENEY C.R., 1985. Treatment of *Corynebacterium equi* pneumonia of foals: A review. *J. Am. vet. Med. Assoc.*, 187: 725-728.

14. PRONOST S., FORTIER G., LEGENDRE M.F., OGAWA K., SASAKI Y., COLLOBERT C., TAOUGI S., TAKAI S., 1998. Rhodococcose équine : nouvelles approches et bilan de trois années d'études au laboratoire. *Prat. vét. équine*, 30: 57-65.

15. ROBERTS M.C., HODSON D.R., WELLY W.R., 1980. *Corynebacterium equi*: infection in adult horse. *Aust. vet. J.*, 56: 96-97.

16. SCOTT M.A., GRAHAM B.S., VERRALL R., DIXON R., SCHAFFNER W., THAM K.T., 1995. *Rhodococcus equi* - An increasingly recognized opportunistic pathogen. Report of 12 cases and review of 65 cases in the literature. *Am. J. clin. Pathol.*, 103: 56-59.

17. TAKAI S., KAWAZU S., TSUBAKI S., 1985. Enzyme-linked immunosorbent assay for diagnosis of *Corynebacterium (Rhodococcus) equi* infection in foals. *Am. J. vet. Res.*, 46: 2166-2170.

Reçu le 30.03.2001, accepté le 05.03.2002

Resumen

Chabchoub A., Taouji S., Landolsi F., Collobert C., Chtioui Z., Messadi L., Ezzaouia M., Ghorbel A. Contribución al estudio de la infección por *Rhodococcus equi* en los equinos en el nordeste de Túnez

Los autores buscaron, mediante la técnica de ELISA, la presencia de anticuerpos anti proteína de virulencia VAP A de *Rhodococcus equi*, en 39 caballos que presentaron síntomas evocadores de rodococosis y 57 potros sanos considerados como testigos. Entre los caballos enfermos, 35,9% fueron positivos contra 17,5% únicamente en los testigos. No se encontró ninguna diferencia en función del sexo ni de la raza. Sin embargo, los resultados serológicos muestran diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de edad de los caballos estudiados.

Palabras clave: Equidae - Caballo - *Rhodococcus equi* - ELISA - Túnez.

Lieux et moment d'insémination de *Glossina palpalis palpalis* (Robineau-Desvoidy, 1830) en secteur forestier de Côte d'Ivoire

M. Dagnogo^{1*} L. Hien¹ S. Fadiga²

Mots-clés

Glossina palpalis palpalis - Insémination naturelle - Système génital femelle - Forêt - Côte d'Ivoire.

Résumé

Des observations sur l'insémination des femelles de *Glossina palpalis palpalis* ont été relevées au village de Zomenin en zone forestière de Daloa (7-6° de lat. N., 7-8° de long. O.) en Côte d'Ivoire suite à l'examen des spermathèques des femelles capturées au piège Vavoua dans quatre types de biotopes glossiniens : la caféière (gîte à pupes), la lisière de la caféière et de la forêt, les sentiers, et la périphérie du village. La proportion de femelles à spermathèques vides obtenue sur 9 175 individus examinés a été très faible (0,83 p. 100). La majorité des glossines vierges capturées ont été des femelles ténérales qui ne s'étaient donc pas encore nourries (93,42 p. 100). Elles ont été essentiellement capturées dans les lieux de larviposition (71,05 p. 100) et à la lisière de ces lieux (19,74 p. 100). Aucune femelle vierge n'a été trouvée parmi les glossines dont l'âge a été compris entre 10 et 39 jours. En revanche, 0,05 p. 100 des 4 460 glossines très âgées (âge supérieur à 40 jours) ont été trouvées avec des spermathèques vides. Les résultats de cette étude suggèrent que l'insémination des glossines a eu lieu dans les sites de larviposition, quelques jours seulement après l'émergence de l'imago (1 à 3 jours). Les femelles de cette espèce semblent, par ailleurs, s'être accouplées avant de prendre le premier repas de sang sur les sites mêmes d'émergence.

■ INTRODUCTION

De nombreuses études ont été menées sur l'écologie de *Glossina palpalis palpalis* (Robineau-Desvoidy, 1830) en Côte d'Ivoire, comme, par exemple, des travaux sur son occupation de l'espace (6, 17), sur ses lieux de reproduction et leur influence sur la distribution des mâles et des femelles (18, 20, 41), sur son comportement alimentaire et dispersif (33), et sur les lieux épidémiologiquement dangereux pour l'homme (20). Les glossines, insectes larvipares et hématophages, sont les vecteurs des agents pathogènes des trypanosomoses africaines (2, 13, 22, 25, 34). Toutes ces études ont été motivées par la recherche d'une approche scientifique des problèmes concernant l'épidémiologie de la maladie du sommeil (trypanosomose à *Trypanosoma gambiense*) afin de mieux la combattre. L'intérêt d'utiliser des supports attractifs toxiques associés ou non à des lâchers de mâles stériles a déjà été montré par différents auteurs (10, 11, 30, 37). En Afrique occidentale, les mâles

irradiés ont été utilisés jusqu'à présent seulement contre les glossines riveraines qui se dispersent le long des galeries forestières (8, 9, 38).

L'originalité de ce travail a consisté à déterminer, dans un cadre spatial donné, les lieux et le moment d'insémination naturelle de *G. palpalis palpalis*, espèce pour laquelle les données dans ce domaine sont rares.

Ces éléments d'écologie peuvent-ils contribuer à une meilleure utilisation de la lutte biologique par lâchers de mâles stériles ? Ce travail tente d'apporter des éléments de réponse à cette question.

■ MATERIEL ET METHODES

Cadre de l'étude

La région de Daloa (7-6° de lat. N., 7-8° de long. O.) est située dans le secteur forestier au centre-ouest de la Côte d'Ivoire.

La pluviométrie annuelle varie de 1 200 à 1 800 mm. Le climat comporte quatre saisons avec une période d'harmattan variant de 15 jours à 2 mois (14). L'hydrographie peu dense comprend le fleuve Sassandra avec son affluent, la rivière Lobo. Dans la région de Daloa, la dégradation du couvert végétal est importante. De la forêt semi-décidue préexistante, il ne subsiste actuellement que

1. Centre universitaire de formation en entomologie médicale et vétérinaire (Cemv), 01 BP 2597, Bouaké 01, Côte d'Ivoire

2. Service de lutte contre la trypanosomiase animale et les vecteurs (Sltav), 01 BP 1328, Korhogo, Côte d'Ivoire

* Auteur pour la correspondance
Tél. : (226) 05 02 06 07

quelques rares parcelles de forêts classées. Les populations humaines denses et cosmopolites comprennent des autochtones Bétés et Niabouas auxquels s'ajoutent des ethnies migrantes ivoiriennes et d'autres venant des pays limitrophes de la Côte d'Ivoire. L'activité agricole est intense. Aux vastes plantations de caféiers et de cacaoyers s'ajoutent des champs de vivriers et des champs en jachère disséminés dans les bas-fonds ou aux lisières des galeries forestières.

La zone forestière de Daloa a été touchée en 1940 par une importante épidémie de trypanosomose humaine, toujours active (1, 12, 36, 42).

Matériel et techniques

L'insémination naturelle des glossines a été évaluée par examen à la loupe binoculaire de l'état des spermathèques des femelles capturées au piège. L'âge physiologique des glossines a été déterminé par l'examen des ovaires selon la méthode de Saunders (39) modifiée par Challier (4).

La femelle émet un ovule tous les dix jours. L'ordre de fonctionnement des quatre ovarioles est toujours le même et l'observation du niveau de vitellogenèse et d'éventuelles reliques folliculaires restant d'ovulations précédentes permet de déterminer l'âge de l'insecte. La technique de détermination de l'âge permet de classer les femelles en nullipares (groupe 0 : 0-9 jours), en jeunes pares (groupes I, II, III : 10-39 jours) et en vieilles pares (groupes IV et plus : > 40 jours). Les nullipares peuvent être subdivisées, en fonction du degré d'avancement de la vitellogenèse des ovarioles, en trois sous-groupes : 0a (0-3 jours), 0b (4-6 jours) et 0c (7-9 jours). Les femelles ténérables, c'est-à-dire celles qui n'ont pas encore pris leur premier repas de sang, se trouvent dans le sous-groupe 0a. Les femelles ténérables sont caractérisées par la présence d'un sac résiduel au niveau de l'intestin postérieur et une cuticule encore molle au toucher (24, 28). Les femelles de glossines ne s'accouplent en général qu'une seule fois, au début de leur vie adulte (3). A la loupe binoculaire, les réceptacles séminaux vides ont un aspect translucide. En revanche, la présence de la masse spermatique leur confère un aspect opaque. Cette masse blanchâtre est bien visible à travers les parois brun orangé des réceptacles séminaux.

Les glossines ont été capturées à l'aide de pièges Vavoua (32) placés dans quatre types d'environnements différents le long d'un transect de 500 m allant de la plantation de caféiers (incluse) jusqu'à une relique forestière du village de Zomenin. Les autres sites ont été la lisière de la forêt et de la savane, les sentiers, et la périphérie du village. Dans chaque site de l'étude, ont été posés trois pièges où ont été récoltées les glossines deux jours par semaine, le lundi et le jeudi, de mars 1993 à février 1994. Les glossines prises au cours de chaque capture ont été triées par espèce et par sexe. Seules les femelles de *G. palpalis palpalis* ont été disséquées. En savane, le gîte de reproduction des glossines est essentiellement localisé sous les troncs d'arbres, dans les cavités des rochers ou du sol (7, 21, 29). En zone forestière, en revanche, des pupes ont été trouvées dans presque tous les biotopes glossiniens (15, 20, 41). Les pupes de *G. palpalis palpalis* ont été récoltées par grattage à l'aide d'un couteau et/ou par tamisage de l'humus des différents biotopes glossiniens. La recherche des pupes a commencé en octobre 1992 pour s'achever en février 1993.

■ RESULTATS

Sites de pupaison

La recherche des gîtes de larviposition a permis de trouver 98 pupes de *G. palpalis palpalis*. Notons qu'elles n'ont été trouvées

que dans la plantation de caféiers où les gîtes de larviposition étaient situés sous les troncs d'arbres abattus, aux pieds et aux aisselles des palmiers à huile (*Elaeis guineensis*). Les autres gîtes se trouvaient aux pieds d'arbres à échasses (*Musanga cecropioides*) bordant cette plantation de caféiers.

Proportion de femelles à spermathèques vides

Sur un échantillon de 9 175 glossines disséquées, l'analyse a révélé que seulement 76 individus (0,83 p. 100) ont été trouvés avec les spermathèques vides. Le tableau I montre que 97,37 p. 100 des femelles non inséminées étaient des nullipares.

Dans la population de nullipares, la proportion de femelles vierges a chuté significativement de 17,53 p. 100 chez les ténérables (0 à 3 jours d'âge) à 0,43 p. 100 chez les glossines dont l'âge s'est situé entre quatre et six jours ($p > 0,001$) et à 0 p. 100 chez les glossines âgées de 7 à 9 jours.

Chez les femelles jeunes pares aucune glossine vierge n'a été trouvée parmi les 2 756 mouches examinées. En revanche, chez les vieilles pares (plus de 40 jours d'âge) 0,04 p. 100 des femelles ont été observées avec les spermathèques vides (sur un échantillon de 4 460 glossines).

Les femelles non inséminées ont été récoltées surtout dans les gîtes de larviposition de la caféière (71,05 p. 100) et leurs alentours immédiats (19,74 p. 100). Seulement 9,21 p. 100 de ces femelles ont été récoltées dans les sentiers et à la périphérie du village ($\chi^2 = 49,24$; significatif à 0,001 p. 100; ddl = 2).

L'analyse de la sex-ratio (rapport mâles/femelles) de *G. palpalis palpalis* dans les différents biotopes a montré que la proportion des mâles n'a dominé celle des femelles que dans les lieux de larviposition (sex-ratio = 1,56) alors que partout ailleurs le phénomène inverse a été observé (tableau II). Dans les quatre environnements glossiniens étudiés, les variations de la sex-ratio ont toujours été significatives au test du χ^2 ($\chi^2 > 43,46$; significatif à 0,001; ddl = 1).

■ DISCUSSION

Ces résultats ont confirmé que la grande majorité des femelles ténérables étaient déjà inséminées au moment de leur capture au piège. Les observations réalisées par différents auteurs montrent que l'insémination chez diverses espèces de glossines est assurée à presque 100 p. 100 dans les premiers jours : avant le 5^e jour chez *G. palpalis gambiensis* (5), avant le 7^e jour chez *G. morsitans* (16, 23) et avant le 9^e jour chez *G. pallidipes* (26, 35).

Il semble, qu'en zone forestière de Côte d'Ivoire, les femelles de *G. palpalis palpalis* s'accouplent encore plus précocement. D'après Challier (5), l'insémination des femelles de *G. palpalis gambiensis* se ferait plus aisément après la prise du premier repas de sang. Cela ne semble pas être le cas pour *G. palpalis palpalis*. D'après Saunders et Phelps (40), les glossines rencontreraient un partenaire sexuel au moment où elles cherchent les hôtes pour la prise de leur premier repas de sang. L'insémination des femelles aurait alors lieu dans les gîtes de larviposition. Cette hypothèse est renforcée par le fait que dans ces lieux de larviposition le nombre de mâles est supérieur à celui des femelles (sex-ratio = 1,56). La présence massive des mâles en ces lieux (18, 19) renforce les probabilités de rencontre des partenaires sexuels.

La littérature reste imprécise sur les causes de l'attraction exercée par les femelles sur les mâles. D'après Huyton et coll. (23), les jeunes femelles émettraient des phéromones, alors que Langley et coll. (27) pensent que l'attraction serait purement d'ordre visuel.

Tableau I

 Etat des spermathèques des femelles de *G. palpalis palpalis* selon les groupes d'âge

Spermathèque	Nullipares			Jeunes pares	Vieilles pares	Total
	0-3 j	4-6 j	7-9 j	10-39 j	> 40 j	
Vide (%)	17,53	0,43	0	0	0,04	0,83
Total femelles	405	697	857	2 756	4 460	9 175

Tableau II

 Etat des spermathèques des femelles et variations de la sex-ratio de *G. palpalis palpalis* selon les biotopes

Spermathèque	Caféière	Lisière caféière et forêt	Sentier	Village	Total
Vide	54	15	6	1	76
Pleine	437	972	1 037	6 653	9 099
Total femelles	491	987	1 043	6 654	9 175
Total mâles	768	715	667	2 718	4 868
Sex-ratio *	1,56	0,72	0,64	0,41	0,53

* Mâles/femelles

Six jours après l'émergence, aucune glossine non inséminée n'a été capturée. Il est improbable que les vieilles femelles trouvées avec les spermathèques vides aient été vierges. Elles auraient plutôt épuisé leur stock de spermatozoïdes et constitueraient alors une population stérile. La question de leur aptitude à être de nouveau inséminées reste posée.

En zone forestière de Côte d'Ivoire, les glossines sont omniprésentes (17, 33, 41). La diversité et la grande dispersion des gîtes en relation avec des facteurs favorisant (pluviométrie et végétation abondantes, présence d'animaux nourriciers) imposent d'associer plusieurs méthodes de lutte dans ce secteur. Le lessivage de l'insecticide par la pluie et la repousse rapide de la végétation ont été signalés comme causes majeures de la baisse de l'efficacité des supports traités (9, 11, 30, 31). Ces handicaps pourraient être amoindris par l'utilisation des mâles stériles qui neutraliseraient la reproduction des jeunes glossines dans les lieux de larviposition les plus productifs. Des expériences restent à être menées dans ce sens en zone forestière où les situations écologiques sont complexes.

CONCLUSION

L'insémination de *G. palpalis palpalis*, à la différence d'autres espèces de glossines, a lieu dans les gîtes de reproduction, très tôt, quelques jours seulement après l'émergence de l'imago. De plus, cette étude montre également que le taux de stérilité des femelles dû à l'absence de spermatozoïdes est presque nul. En pratique, la lutte par lâchers de mâles stériles pourrait être optimisée en accentuant les lâchers près des gîtes de pupaison inventoriés.

Remerciements

Les auteurs remercient très vivement MM. J.P. Nénon (Université de Rennes I) et J.P. Gouteux (Ird - Université de Pau et des Pays de l'Adour) ainsi que les trois lecteurs anonymes dont l'aide et les conseils ont fortement contribué à l'élaboration de cet article. Ce travail a bénéficié d'un appui financier du Programme spécial Pnud/Banque mondiale/Oms de Recherches et de formation concernant les maladies tropicales (Tdr).

BIBLIOGRAPHIE

- BOUFFARD D., 1930. La trypanosomiase humaine en Côte d'Ivoire. *Bull. Pathol. exot.*, **12** : 922-927.
- BRUCE D., 1895. Preliminary report on tsetse fly disease on Nagana, in Zululand. Durban, South Africa, Benett and Davie, 28 p.
- BUXTON P.A., LEWIS D.J., 1934. Climate and tsetse flies: laboratory studies upon *G. morsitans* and *G. tachinoides*. *Trans. Philos.*, **224**: 175-240.
- CHALLIER A., 1965. Amélioration de la méthode de détermination de l'âge physiologique des glossines. Etudes faites sur *Glossina palpalis gambiensis*, 1949. *Bull. Soc. Pathol. exot.*, **58** : 250-259.
- CHALLIER A., 1968. Etude de la présence des cicatrices copulatrices, du degré d'insémination et de leurs variations saisonnières chez les femelles de *Glossina palpalis gambiensis* en zone de savane soudanaise (Haute-Volta). *Cah. Orstom, Sér. Ent. méd. Parasitol.*, **6** : 55-68.
- CHALLIER A., 1982. The ecology of tsetse *Glossina* ssp. (Diptera: Glossinidae), a review (1970-1981). *Insect Sci. Appl.*, **3**: 97-143.
- CHALLIER A., GOUTEUX J.P., 1980. Ecology and epidemiological importance of *Glossina palpalis* in Ivory Coast forest zone. *Insect Sci. Appl.*, **1**: 77-83.
- CUISANCE D., FEVRIER J., DEJARDIN J., FILLEDIER J., 1985. Dispersion linéaire de *G. palpalis gambiensis* et de *G. tachinoides* dans une galerie forestière en zone soudano-guinéenne (Burkina Faso). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **38** : 153-172.
- CUISANCE D., POLITZAR H., FEVRIER J., BOURDOISEAU G., SELLIN S., 1980. Association d'un traitement insecticide avec la méthode du mâle stérile contre *Glossina palpalis gambiensis* : intérêt de la mise en œuvre de plusieurs méthodes. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **33** : 127-133.
- CUISANCE D., POLITZAR H., MEROT P., TAMBOURA I., 1984. Les lâchers de mâles irradiés dans la campagne de lutte intégrée contre les glossines dans la zone pastorale de Sidéradougou (Burkina Faso). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **37** : 449-467.
- DAGNOGO M., NEKPENI E., EOUZAN J.P., DIOMANDE T., 1986. Utilisation du piégeage dans la lutte anti-tsétsé. Effets des supports traités et non traités. *Tropenmed. Parasitol.*, **37** : 295-297.
- DOMERGUE-CLOAREC D., 1981. La lutte contre la trypanosomiase en Côte d'Ivoire, 1900-1945. *J. Afr. Hist.*, **22** : 60-72.
- DUTTON G.E., TODD J.C., 1903. Firt report of the trypanosomiasis expedition to Senegambia (1902). Liverpool, UK, School of Tropical Medicine and Medical Parasitology, 40 p. (Memoire No. 11)

14. ELGIN M., 1971. Le climat. In : Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. Paris, France, Orstom, p. 77-108. (coll. Mémoires Orstom n° 50)
15. EOUZAN J.P., FERRARA C., 1978. Comportement péridomestique de *Glossina palpalis palpalis* (RD) dans un foyer de maladie du sommeil au Cameroun. *Cah. Orstom, Sér. Ent. méd. Parasitol.*, **14** : 75-80.
16. GILLOT C., LANGLEY P.A., 1981. The control of receptivity and ovulation in the tsetse fly *Glossina morsitans*. *Phys. Entomol.*, **6** : 269-281.
17. GOUTEUX J.P., 1985. Ecologie des glossines en secteur pré-forestier de Côte d'Ivoire. Relation avec la trypanosomiase humaine et possibilité de lutte. *Ann. Parasitol. Hum. com.*, **60** : 329-347.
18. GOUTEUX J.P., 1987. Ecologie de *Glossina palpalis palpalis* (Robineau-Desvoidy) en secteur pré-forestier de Côte d'Ivoire. Sexe, rythmes ovaro-utérins et utilisation de l'espace. *Acta Oecol.*, **8** : 27-38.
19. GOUTEUX J.P., JARRY M., 1998. Tsetse flies, biodiversity and control of sleeping sickness. Structure of a *Glossina* guild in Southwest Côte d'Ivoire. *Acta Oecol.*, **19** : 453-471.
20. GOUTEUX J.P., LAVEISSIERE C., COURET D., 1983. Ecologie des glossines en secteur pré-forestier de Côte d'Ivoire. 5. Les lieux de reproduction. *Cah. Orstom, Sér. Ent. méd. Parasitol.*, **21** : 3-12.
21. GRUVEL J., 1975. Données générales sur l'écologie de *Glossina tachinoides* Westwood, 1830, dans la réserve de Kalamaloué, vallée du bas-Chari. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **28** : 27-40.
22. HARMSEN R., The nature of the establishment barrier for *Trypanosoma brucei* in the gut of *G. pallidipes*. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, **67** : 364-373.
23. HUYTON P.M., LANGLEY P.A., CARLSON D.A., COATES T.W., 1980. The role of sex pheromones in initiation of copulatory behaviour by male tsetse flies, *Glossina morsitans morsitans*. *Phys. Entomol.*, **5** : 243-252.
24. ITARD J., 1986. Les glossines ou mouches tsé-tsé. Maisons-Alfort, France, lemvt, 155 p. (Coll. Etudes et synthèses de l'lemvt, n° 15)
25. ITARD J., 2000. Trypanosomoses animales africaines. In : Chartier C., Itard J., Morel P.C., Toncey P.M. Eds, Précis de parasitologie vétérinaire tropicale. Cachan, France, Tech & Doc Lavoisier, 774 p.
26. JEANSON T.G.T., 1980. Mating behaviour of females of *Glossina pallidipes* Aust. (Diptera: Glossinidae). *Bull. Entomol. Res.*, **70** : 49-60.
27. LANGLEY P.A., HARGROVE J.W., WALL R., 1990. Maturation of the tsetse fly *Glossina pallidipes* Aust. (Diptera-Glossinidae) in relation to trap-oriented behaviour. *Phys. Entomol.*, **15** : 179-186.
28. LAVEISSIERE C., 1975. Détermination de l'âge des glossines ténérales (*G. tachinoides*). *Cah. Orstom, Sér. Ent. méd. Parasitol.*, **12** : 3-11.
29. LAVEISSIERE C., 1977. Ecologie de *Glossina tachinoides* Westwood, 1850, en savane humide d'Afrique de l'Ouest. 4. Répartition des gîtes à pupes. *Cah. Orstom, Sér. Ent. méd. Parasitol.*, **15** : 339-346.
30. LAVEISSIERE C., COURET D., 1981. Essais de lutte contre les glossines riveraines à l'aide d'écrans imprégnés d'insecticide. *Cah. Orstom, Sér. Ent. méd. Parasitol.*, **19** : 271-283.
31. LAVEISSIERE C., GOUTEUX J.P., COURET D., 1981. Essais de lutte contre les glossines en zone préforestière de Côte d'Ivoire. V. Notes de synthèses. *Cah. Orstom, Sér. Ent. méd. Parasitol.*, **18** : 323-328.
32. LAVEISSIERE C., GREBAUT P., 1990. Recherches sur les pièges à glossines (Diptera : Glossinidae). Mise au point d'un modèle économique : le piège Vavoua. *Trop. Med. Parasitol.*, **23** : 297-303.
33. LAVEISSIERE C., HERVOUET J.P., 1991. La trypanosomiase humaine en Afrique de l'Ouest. Epidémiologie et contrôle. Paris, France, Orstom, 156 p. (n° 42)
34. LAVEISSIERE C., HERVOUET J.P., COURET D., 1986. Localisation et fréquence de contact homme/glossine en secteur forestier de Côte d'Ivoire. 2. Le facteur humain et la transmission de la trypanosomiase. *Cah. Orstom, Sér. Ent. méd. Parasitol.*, **1** : 45-55.
35. LEEGWATER VAN DER LINDEN M.E., 1982. Receptivity, ovulation and larviposition in *Glossina pallidipes*, related to mating at various ages. *Entomol. Exp. Appl.*, **32** : 91-98.
36. MEDA A.H., LAVEISSIERE C., DE MUNCK A., DOUA F., DIALLO P.P., 1993. Les facteurs de risque de la trypanosomiase humaine dans les foyers endémiques de Côte d'Ivoire. *Méd. trop.*, **1** : 83-92.
37. MEROT P., POLITZAR H., TAMBOURA I., CUISANCE D., 1984. Résultats d'une campagne de lutte contre les glossines riveraines en Haute-Volta. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **37** : 175-184.
38. POLITZAR H., CUISANCE D., 1984. An integrated campaign against riverine tsetse *Glossina palpalis gambiensis* and *Glossina tachinoides* by trapping and release of sterile males. *Insect. Sci. Appl.*, **5** : 439-442.
39. SAUNDERS D.S., 1962. Age determination for female tsetse flies and the age composition of samplings of *Glossina pallidipes* Aust., *G. palpalis* and *G. brevipalpis* Newst. *Bull. Entomol. Res.*, **53** : 579-595.
40. SAUNDERS D.S., PHELPS R.S., 1970. Reproduction of *Glossina*: breeding sites. In: Mullipan H.W. Ed., The African trypanosomiasis. London, UK, George Allen.
41. SEKETELI A., KUZOE F.A.S., 1984. Gîtes à pupes de *Glossina palpalis* s.l. dans une zone préforestière de Côte d'Ivoire. *Acta trop.*, **41** : 293-301.
42. WHO, 1998. Control and surveillance of African trypanosomiasis. Geneva, Switzerland, WHO. (Technical Report Series No. 881)

Reçu le 29.05.2001, accepté le 18.12.2001

Summary

Dagnogo M., Hien L., Fadiga S. Site and Insemination Time of *Glossina palpalis palpalis* (Robineau-Desvoidy, 1830) in a Forest Area, Côte d'Ivoire

Spermathecae of female *Glossina palpalis palpalis* were examined to obtain data on their insemination. The study was conducted near the village of Zomenin in the forest area of Daloa (lat. 7-6° N, long. 7-8° W) in Côte d'Ivoire. *Glossina* were caught with Vavoua traps in four types of tsetse fly biotopes: coffee plantation (pupa site), edge between coffee plantation and forest, footpaths, and village outskirts. Out of 9175 *Glossina* examined, only a few had empty spermathecae (0.83%). The majority of virgin *Glossina* were immature females, which therefore had not fed yet (93.42%). They were mainly collected on pupa sites (71.05%) or on their edges (19.74%). No virgin female was found among *Glossina* that were 10 to 39 days of age. On the other hand, 0.05% of the 4460 very old *Glossina* (i.e. over 40 days of age) had empty spermathecae. Results suggest that *Glossina* insemination took place in pupa sites, a few days only after emergence of the imago (1-3 days). In addition, females of this species seemed to have mated before their first blood meal on the very site of emergence.

Key words: *Glossina palpalis palpalis* - Natural insemination - Female genital system - Forest - Côte d'Ivoire.

Resumen

Dagnogo M., Hien L., Fadiga S. Lugar y momento de inseminación de *Glossina palpalis palpalis* (Robineau-Desvoidy, 1830) en un sector forestal de Costa de Marfil

Se anotaron observaciones sobre la inseminación de hembras de *Glossina palpalis palpalis*, en un pueblo de Zomenin, en una zona forestal de Daloa (7-6° de lat. N., 7-8° de long. O.) en Costa de Marfil, después del examen de las espermatecas de las hembras capturadas con trampas Vavoua en cuatro tipos de biotopos de glosinas: cafetal (albergue de pupas), los bordes del cafetal y bosque, senderos y periferia del pueblo. La proporción de hembras con espermatecas vacías obtenida en 9175 individuos examinados fue muy baja (0,83 %). La mayoría de las glosinas vírgenes capturadas fueron hembras tenerales, las cuales por consiguiente no se habían alimentado aun (93,42 %). Ellas fueron esencialmente capturadas en los lugares de postura de larvas (71,05 %) y en las orillas de estos sitios (19,74 %). No se encontró ninguna hembra virgen entre las glosinas cuya edad estuviese comprendida entre 10 y 39 días. En revanche, 0,05 % de las 4460 glosinas de mucha edad (superior a 40 días) se encontraron con espermatecas vacías. Los resultados de este estudio sugieren que la inseminación de las glosinas tuvo lugar en los sitios de postura de larvas, algunos días después de emerger del imago (1 a 3 días). Por otro lado, las hembras de esta especie parecen haberse acoplado antes de tomar una primera alimentación de sangre sobre estos mismos sitios de emergencia.

Palabras clave: *Glossina palpalis palpalis* - Inseminación natural - Aparato femenino - Bosque - Côte d'Ivoire.

Du satellite au microsattellite

Le risque trypanosomien

Une approche globale pour une décision locale

S. de La Rocque, J.F. Michel, D. Cuisance, G. de Wispelaere,
P. Solano, X. Augusseau, M. Arnaud, S. Guillobez
Editeurs

□ C'est vraiment un superbe ouvrage, préfacé par Philippe Lhoste, que publient les chercheurs du Cirad-emvt¹ et du Cirades² de Bobo-Dioulasso.

C'est une présentation claire, dynamique, actuelle et de grande qualité, d'un aspect de l'épidémiologie moderne : l'application d'un système d'information géographique à la détermination précise des zones à risque trypanosomien.

Les trypanosomoses sont, en zone soudanaïenne ouest africaine, une contrainte majeure pour la santé humaine et animale. Les spécialistes du Cirad et du Cirades ont compris que pour optimiser la lutte contre le vecteur il fallait la cibler sur les zones à risque majeur. Cela augmente l'efficacité des moyens mis en œuvre, limite les dépenses et permet de respecter au maximum l'environnement.

Hommes des terrains difficiles, les auteurs et leurs collaborateurs africains (techniciens, éleveurs, etc.) ont fait une prospection entomologique minutieuse en posant un piège tous les 100 mètres sur 120 kilomètres de galeries forestières ! Ils ont réuni le bétail et apprécié son niveau d'infection. Ils ont aussi disséqué des milliers de glossines pour la recherche visuelle et par Pcr des trypanosomes. Bien entendu, cela a été complété par une étude approfondie des biotopes, de l'emprise agricole, des points d'eau ainsi que des critères socio-économiques. Quatorze ethnies différentes se côtoient dans la zone de l'étude où les systèmes d'élevage sont très diversifiés !

Un court préambule situe bien les trypanosomoses, leur importance médicale et économique est soulignée : elles sont un problème croissant de santé publique et une entrave au développement. Les évolutions récentes des paysages africains, les stratégies modernes de lutte disposant de différentes alternatives et les nouveaux outils facilitant une étude plus fine de l'écologie et de la biologie des vecteurs sont des éléments qui permettent enfin une étude globale des risques. Le système pathogène est replacé dans son environnement et, surtout, il est étudié d'une manière pluridisciplinaire : du niveau du sol à l'espace en passant par les hôtes et les vecteurs.

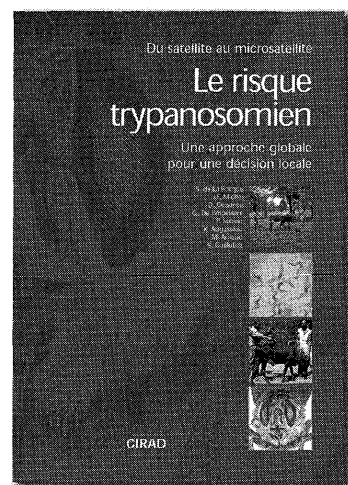
La zone expérimentale de Sidéradougou au Burkina Faso a été passée au peigne fin et tous les paramètres ont été relevés. Le bilan de ce travail de fourmi a été traité grâce à un modèle conceptuel de données aboutissant à une représentation des éléments et à la définition de leurs dépendances fonctionnelles. Les informations spatiales ont permis de déterminer les lieux de rencontre entre les « espaces des glossines » et les « espaces des bovins ». Le croisement de ces indications a rendu possible la visualisation des segments du réseau en fonction de l'intensité des rencontres des bovins et des glossines. Il apparaît, au bilan, qu'il y a moins de 20 p. 100 de zones vraiment dangereuses à traiter pour limiter l'extension du risque trypanosomien.

Cette recherche d'une qualité irréprochable est le témoignage et l'aboutissement de la grande culture du Cirad-emvt sur les glossines et les trypanosomes. Les travaux des grands anciens (Jacques Itard, Jean Gruvel) sont transmis à la nouvelle génération par Dominique Cuisance qui, entouré de ses « jeunes », a, avec sa modestie habituelle, conçu, organisé et suivi ce travail. L'équipe du Cirad-emvt est en avance sur les équipes internationales dans ce domaine et cet ouvrage le démontre. Outre ses indéniables qualités scientifiques, ce livre est très pédagogique, illustré par des schémas, des graphiques et des photographies de qualité irréprochable. Il est facile à consulter et il apporte une synthèse moderne et originale sur une pathologie toujours d'actualité.

Pr Philippe DORCHIES
Ecole nationale vétérinaire de Toulouse

1. Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement
2. Centre international de recherche-développement sur l'élevage en zone subhumide

Librairie du Cirad, TA 283/04, avenue Agropolis, 34398 Montpellier Cedex 5, France
Isbn : 2-87614-469-7
152 p. ; 29,5 x 21 cm ; prix : 30 €
© Cirad 2001



Abondance relative des tabanidés dans la région des savanes de Côte d'Ivoire

G.L. Acapovi¹ Y. Yao¹ E. N'Goran²
M.L. Dia³ M. Desquesnes³

Mots-clés

Tabanidae - Muscidae - Piège - Variation saisonnière - Côte d'Ivoire.

Résumé

L'existence, l'abondance, la dynamique saisonnière, les préférences écologiques et la diversité des espèces de tabanidés ont été évaluées par des captures d'insectes à l'aide de pièges Nzi. L'étude a été menée durant quatre saisons dans quatre types de sites (savane, forêt, galerie et parc) et dans quatre localités des deux principaux départements d'élevage du nord et du nord-ouest de la Côte d'Ivoire, Odienné et Korhogo. Seize espèces de tabanidés appartenant à quatre genres ont été identifiées pour un total de 3 104 spécimens capturés. Les espèces numériquement les plus abondantes ont été *Tabanus taeniola* Palisot de Beauvois, 1807 (avec 26,4 p. 100 des captures), *T. par* Walker, 1854 (15,6 p. 100), *T. laverani* Surcouf, 1907 (14,9 p. 100) et *Chrysops distinctipennis* Austen, 1906 (12,3 p. 100). Les espèces les moins abondantes ont été *Atylotus albipalpus* Walker, 1850 (6,9 p. 100), *Chrysops longicornis* Macquart, 1838 (6,9 p. 100), *T. brumpti* Surcouf, 1907 (4,8 p. 100), *T. gratus* Loew, 1858 (3,7 p. 100), *At. agrestis* Wiedemann, 1828 (2,5 p. 100), *At. fuscipes* Ricardo, 1908 (1,8 p. 100), *Ancala necopina* Austen, 1912 (1,5 p. 100), *T. biguttatus* Wiedemann, 1830 (1,4 p. 100), *T. ricardea* Surcouf, 1906 (0,5 p. 100), *T. boueti* Surcouf, 1907 (0,4 p. 100), *T. pluto* Walker, 1854 (0,3 p. 100) et *An. fasciata* Fabricius, 1775 (0,2 p. 100). Le maximum de captures de tabanidés a été observé en galerie et le minimum en forêt. Les captures ont été plus importantes dans l'Odienné que dans le Korhogo. Le pic d'abondance s'est situé en mars, à la saison sèche chaude, sauf dans la localité de Korondougou, où le maximum a été observé en juin (saison des pluies). D'autre part, 2 471 stomoxes ont été capturés, dont 70,7 p. 100 de *Stomoxys niger* Macquart, 1851 et 29,3 p. 100 de *S. calcitrans* Linnaeus, 1758. Les stomoxes, avec seulement deux espèces, ont représenté près de 45 p. 100 des insectes piqueurs capturés et devront être pris en considération dans l'évaluation de l'impact des insectes piqueurs sur le bétail.

INTRODUCTION

Les tabanidés de la région des savanes de la Côte d'Ivoire sont mal connus. Pourtant ces insectes représentent un fléau pour l'élevage par leur nuisance directe, mais également par leur rôle de vecteur potentiel dans la transmission mécanique de la trypanosomose ani-

male (5). La connaissance de la répartition et de l'abondance relative des différences espèces, des variations saisonnières de leur abondance, et de leurs préférences écologiques sont les éléments nécessaires à l'évaluation de l'importance économique de ces insectes et à l'élaboration de stratégies de contrôle.

Pour recueillir ces données, une enquête entomologique a été réalisée dans certaines régions des savanes d'élevage bovin du nord et du nord-ouest de la Côte d'Ivoire.

MATERIEL ET METHODES

L'étude a été menée dans deux départements de la région des savanes et du Denguélé, Korhogo et Odienné, départements situés respectivement entre 9° et 10° de lat. N., et 6° et 8° de long. O.

1. Service de lutte contre la trypanosomose animale et les vecteurs, 01 BP 3301, Bouaké 01, Côte d'Ivoire

Tél. : (225) 31 63 26 89 ; fax : (225) 31 63 86 09

E-mail : acapovi72@hotmail.com, yyao@aviso.ci

2. Université d'Abidjan, Cocody, UFR Biosciences, 22 BP 582, Abidjan 22, Côte d'Ivoire

3. Cirdes, 01 BP 454, Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso

Dans le département du Korhogo, le climat est chaud et humide et est caractérisé par deux saisons : une saison sèche, de novembre à mai, pendant laquelle il est observé une période froide, l'harmattan, de décembre à janvier, et une saison des pluies, de juin à octobre. La pluviométrie annuelle moyenne est de 1 400 mm. La végétation est composée de savane arbustive ou herbacée. Elle est parsemée d'îlots forestiers qui représentent les vestiges d'une ancienne forêt dégradée par des feux de brousse. Le réseau hydrographique comprend deux grands fleuves, le Bandama et le Bou (15). L'élevage y occupe une place importante avec plus de 25 p. 100 du cheptel bovin national.

Le département de l'Odienné présente un climat à deux saisons : une saison sèche avec un régime d'harmattan de novembre à mars et une saison des pluies d'avril à octobre. La pluviométrie moyenne annuelle est de 1 600 mm. La végétation est composée de savane arborée et arbustive avec, par endroits, des îlots forestiers et des forêts classées. Le réseau hydrographique est dense avec un régime saisonnier. Les cours d'eau sont des affluents du Sassandra et du Niger. L'élevage occupe environ 3,5 p. 100 du cheptel bovin national.

Au début de l'étude, les auteurs ont procédé au choix du piège. Une expérience de carré latin de type quatre a été menée au mois d'avril afin de comparer simultanément quatre pièges (Vavoua, Epsilon, NG2G, Nzi). Ces pièges ont été permutés au hasard sur quatre biotopes différents (galerie forestière, îlot forestier, savane boisée et arbustive) avec une rotation aléatoire chaque jour pendant quatre jours. Les résultats issus de l'analyse statistique des données ont montré que le piège Nzi avait capturé significativement plus de tabanidés que les trois autres pièges. A partir de cette analyse, le piège Nzi a été choisi pour l'étude.

Le piège Nzi comprend un corps, une surface attractive, une cage de capture et des accessoires servant à l'installation (piquets,

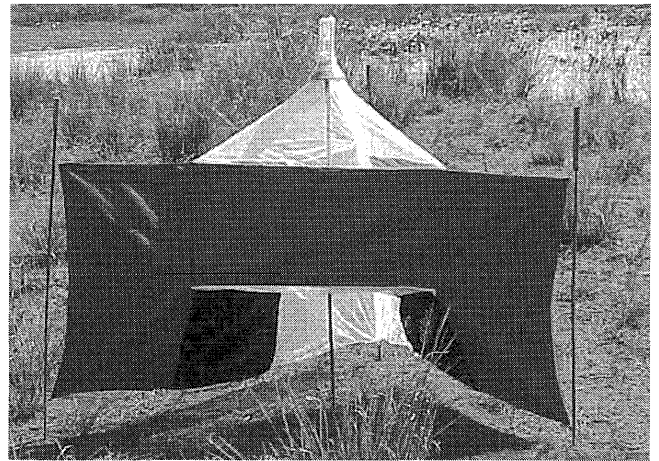
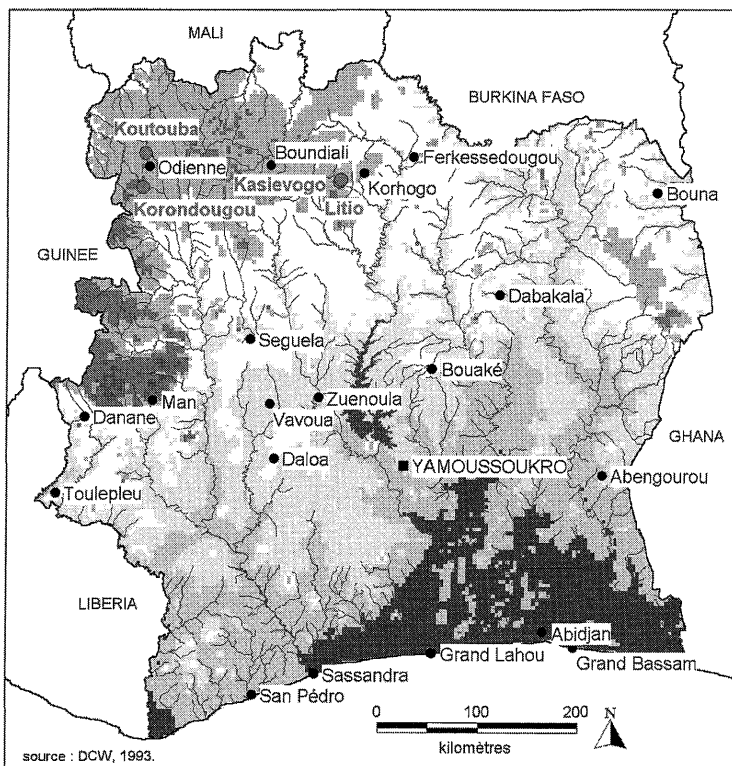


Figure 1 : piège Nzi.

cônes) (figure 1). Il est de grande taille, occupant une surface importante. Vue d'en haut, la partie supérieure de ce piège se présente comme un triangle équilatéral fait en tulle pour moustiquaire. La partie inférieure en avant du piège est formée de tissu bleu. En arrière, il y a un assemblage de tissu noir puis de tulle pour moustiquaire (Mihok, commun. pers.).

L'étude a été menée de novembre 1999 à septembre 2000. Deux localités ont été choisies dans chaque département : Kasievogo et Litio dans le département du Korhogo, et Korondougou et Kou-touba dans le département de l'Odienné (figure 2).

Dans chaque localité, 12 pièges Nzi ont été posés à raison de trois pièges par site dans chaque biotope : savane, forêt, galerie et près d'un parc de nuit d'un élevage de bovins. Les pièges sont restés sur le site pendant 48 h. La récolte des spécimens a été effectuée



cartographie : V. Micheli, 2001.

Figure 2 : localisation des zones de l'étude.

toutes les deux heures. Le retrait des pièges et des cages a été fait en suivant le même itinéraire que lors de la pose. Les captures ont été réparties sur quatre visites au cours de l'année en tenant compte des différentes périodes des saisons : en novembre (saison sèche froide), en mars (saison sèche chaude), en juin (saison des pluies) et en septembre (fin des saisons des pluies).

Tous les insectes capturés ont été identifiés à l'aide des clefs d'identification décrites par différents auteurs (7, 12, 13, 16) avec le concours du Dr Lane Foil de l'Université de Louisiane. Pour l'analyse statistique des données, les indices de diversité suivants ont été utilisés :

- l'indice de Margalef ; $D = (S-1)/\log N$, où S est le nombre d'espèces et N le nombre d'individus récoltés (9) ;
- l'indice de Shannon-Wiener ; $SH = -\sum qi/Q \cdot \ln qi/Q$, où qi est l'effectif des espèces et Q est la somme des qi (2).

■ RESULTATS

Composition des populations capturées

Au total 3 104 tabanidés appartenant à quatre genres et 16 espèces ont été récoltés.

Composition par genre

Le genre *Tabanus* a largement dominé (67,9 p. 100), suivi du genre *Chrysops* (19,2 p. 100) et du genre *Atylotus* (11,2 p. 100). Le genre *Ancala* a été très faiblement représenté (1,6 p. 100).

Composition par espèce

Les quatre espèces dominantes numériquement ont représenté 69,2 p. 100 des captures. Il s'agissait de *Tabanus taeniola*, *T. par*, *T. laverani* et *Chrysops distinctipennis*. Les autres espèces présentes ont été *T. brumpti*, *T. gratus*, *T. biguttatus*, *T. ricardea*, *T. boueti*, *T. pluto*, *Atylotus albipalpus*, *At. agrestis*, *At. fuscipes*, *Ancala necopina*, *An. fasciata*. Elles ont représenté 38,81 p. 100 de l'effectif total (figure 3).

Variation saisonnière des captures

Le maximum des captures a été enregistré en mars, saison sèche chaude (43 p. 100 de l'effectif total), et le minimum en septembre (15 p. 100).

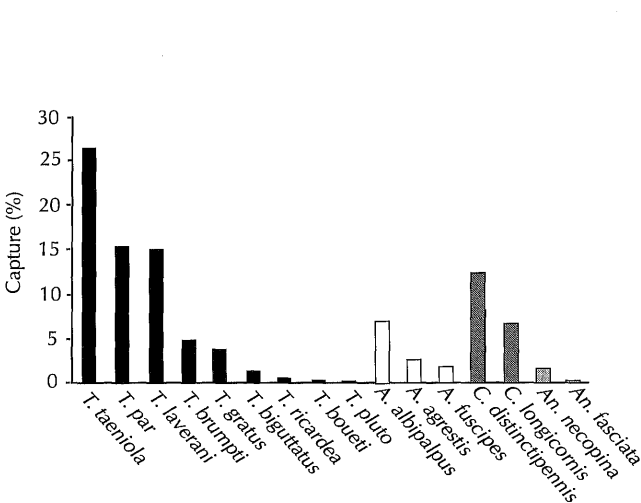


Figure 3 : différentes espèces de tabanidés.

L'indice de Shannon-Wiener a montré que le maximum d'espèces a été observé en juin (3,09) avec une abondance moyenne tandis qu'en mars l'abondance a été maximale avec un indice faible (1,50) (figure 4).

Distribution temporelle

Les maximums de captures ont été observés à Koutouba et Korondougou, et les minimums à Kasievogo et Litio (figure 5). L'indice de diversité de Margalef a été de 3,93 pour Litio, 3,94 pour Kasievogo, et de 4,29 pour Koutouba, 4,49 pour Korondougou. Il a été le même dans des sites de la même région et plus important dans l'Odienné que dans le Korhogo.

Les espèces les plus abondantes ont été capturées pendant toute l'enquête à l'exception de *T. laverani* qui n'a été présent qu'au mois de mars dans le Korhogo. *Atylotus fuscipes* a été présent dans le Korhogo et totalement absent dans l'Odienné. Les espèces rares, comme *T. boueti*, *T. ricardea* et *Ancala fasciata*, représentées dans l'Odienné, ont été totalement absentes dans le Korhogo.

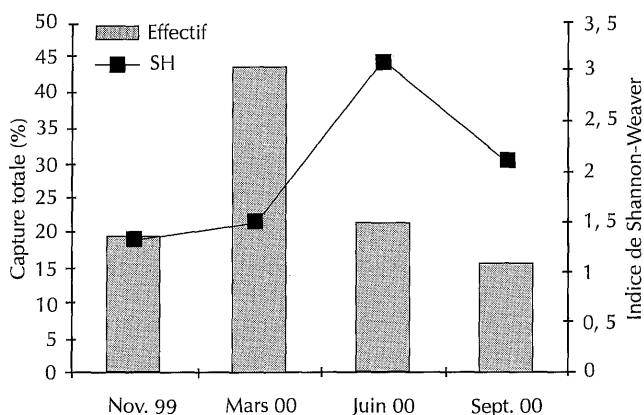


Figure 4 : abondance et diversité des différentes espèces de tabanidés en fonction du mois.

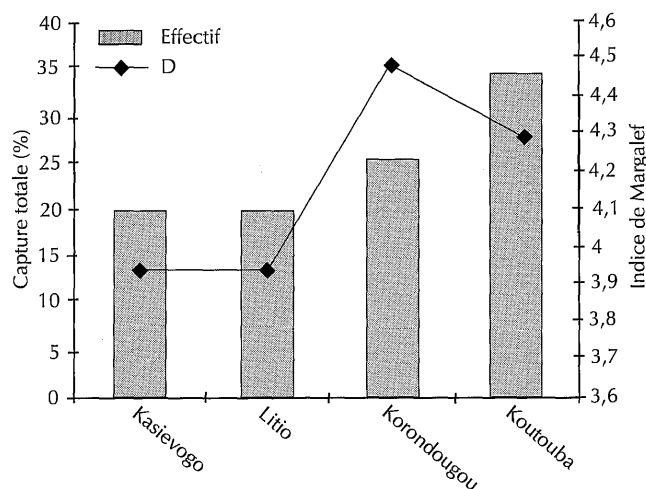


Figure 5 : abondance des différentes espèces de tabanidés en fonction de la localité.

Abondance relative des tabanidés en fonction des biotopes étudiés

Toutes les espèces ont été présentes dans les quatre types de biotopes explorés. Les maximums de captures ont été observés dans les galeries (33 p. 100), puis au parc (23 p. 100), et les minimums en savane (21 p. 100) et en forêt (21 p. 100). La diversité du peuplement des différents biotopes mesurée par l'indice de Margalef a été de 4,95 en savane, 5,24 au parc, 5,30 en galerie et 4,61 en forêt. Les plus grandes abondances et diversités ont donc été observées en galerie et au parc.

Les variations d'abondance des espèces selon les sites de capture sont représentées au tableau I. *T. taeniola* et *T. par* ont été abondants dans les galeries et en forêt tandis que *Chrysops distinctipennis* et *T. laverani* ont été abondants dans les galeries et au parc ; *T. biguttatus* et *Atylotus* sp. ont été abondants partout sauf en forêt ; *T. brumpti* et *T. gratus* ont été abondants en galerie, tandis que *Chrysops longicornis* a été présent surtout en forêt (tableau I).

Parmi l'entomofaune piqueuse collectée, en plus des tabanidés, 2 471 stomoxes ont été capturés (44 p. 100 contre 56 p. 100 de captures de tabanidés), 70,7 p. 100 de *Stomoxys niger* et 29,3 p. 100 de *S. calcitrans*. Ils ont en général été capturés au parc qui représentait l'aire de repos des animaux.

■ DISCUSSION

Le piège Nzi a fait preuve d'une bonne efficacité dans la capture des tabanidés du nord et du nord-ouest de la Côte d'Ivoire.

Les résultats de cette étude ont montré que le genre *Tabanus* dominait, suivi de celui de *Chrysops*, d'*Atylotus* et d'*Ancala*. Ces quatre genres ont également une importance en Gambie car des études conduites par Mihok et Ceesay (commun. pers.) ont donné par ordre d'importance les genres *Tabanus*, *Atylotus*, *Chrysops* et *Ancala*.

L'espèce dominante dans la zone de la présente étude a été *T. taeniola* avec 26,4 p. 100. Ces observations diffèrent de celles obtenues par Dia et coll. (3) en Mauritanie où *At. agrestis* représente 67,5 p. 100 de l'effectif total, suivi de *T. taeniola* (23,4 p. 100) et de *T. suffis* (9,1 p. 100). Dans notre étude, *At. agrestis* n'a représenté que 2,48 p. 100 de l'effectif total. Les conditions climatiques de la Côte d'Ivoire sont probablement moins favorables au développement d'*At. agrestis*.

Le pic d'abondance des tabanidés a été observé en mars, saison sèche chaude. Ce pic a semblé être lié à la présence de *T. laverani* qui est très présent à cette saison ; Goodwin (7) a montré que *T. laverani* est capturé durant la saison des pluies, en juin et juillet, et pendant la saison chaude et sèche, en mars, dans la région soudanienne au sud de l'isohyète 1 400 mm. Les présents résultats sont en accord avec ces observations dans la mesure où *T. laverani* a effectivement été capturé en abondance au mois de mars en Côte d'Ivoire dans le département du Korhogo où la pluviométrie est de 1 400 mm.

La diversité spécifique des populations de tabanidés capturés a varié en fonction des saisons car, en mars, le nombre total d'espèces capturées a été faible tandis que les effectifs ont été importants, alors qu'en juin, le nombre total d'espèces capturées a été très élevé mais l'effectif total des captures a été faible. Cette différence peut s'expliquer par un phénomène de compétition qui peut exister en saison chaude ou d'adaptation due aux facteurs climatiques qui empêchent certaines espèces d'atteindre le stade adulte. La saison froide semble être plus propice à la prolifération d'un grand nombre d'espèces. Ovazza et coll. (14) ont montré que *T. taeniola* et *T. par* sont des espèces abondantes dans tous les biotopes et pendant la saison des pluies et la saison sèche. Ces mêmes observations ont été faites en Côte d'Ivoire au cours de la présente étude.

Certaines espèces sont présentes dans tous les biotopes mais prédominantes dans certains. Par exemple, *Chrysops longicornis* a été très présent en forêt et *C. distinctipennis* l'a été en galerie et au parc. Ces différences peuvent s'expliquer par des préférences écologiques ou comportementales.

Tableau I

Abondance des différentes espèces de tabanidés selon le biotope

	Savane	Parc	Galerie	Forêt	Total
<i>Tabanus taeniola</i>	138	143	308	231	820
<i>T. par</i>	116	104	139	126	485
<i>T. laverani</i>	99	118	159	85	461
<i>T. brumpti</i>	16	29	75	28	148
<i>T. gratus</i>	23	15	46	30	114
<i>T. biguttatus</i>	10	14	20	1	45
<i>T. ricardea</i>	1	4	4	6	15
<i>T. boueti</i>	0	1	5	5	11
<i>T. pluto</i>	1	2	1	5	9
<i>Atylotus albipalpus</i>	101	82	26	7	216
<i>At. agrestis</i>	27	27	23	0	77
<i>At. fuscipes</i>	15	26	14	1	56
<i>Ancala necopina</i>	19	6	20	1	46
<i>An. fasciata</i>	2	1	2	0	5
<i>Chrysops distinctipennis</i>	56	129	175	22	382
<i>C. longicornis</i>	50	30	22	112	214
Abondance totale	674	731	1 039	660	3 104
Nombre total d'espèces	15	16	16	14	
Diversité (indice de Margalef)	4,95	5,24	5,30	4,61	

Dans une étude menée au ranch de la Marahoué en Côte d'Ivoire par Kossoukpe (8), cinq espèces ont été observées : *T. taeniola*, *T. ricardea*, *T. biguttatus*, *Chrysops longicornis* et *C. ciliaris*. *C. ciliaris* n'a pas été capturé au cours de cette étude.

La faune observée sur les bovins a été nettement moins riche que les 35 espèces décrites par Ovazza et coll. (14) à Bobo-Dioulasso au Burkina Faso, et les 48 espèces relevées par Goodwin (7) au Mali. Cette faible diversité peut s'expliquer par le fait qu'un grand nombre de sites n'ont pas été visités, que les pièges utilisés n'ont pas été appâtés et que seul le piège Nzi a été utilisé, alors que dans les études précédentes de multiples techniques de capture ont été employées. Des études récentes ont montré que l'octénol était un attractif très efficace (1, 4), ce qui pourrait enrichir ce type d'étude.

Certaines espèces ont été présentes dans un département et absentes dans l'autre. L'absence ou la présence de ces insectes peut s'expliquer par des différences de climatologie entre les deux départements.

Avec seulement deux espèces, les stomoxes ont représenté près de la moitié des insectes piqueurs capturés dans cette étude. Bien qu'ils puissent se nourrir sur la faune sauvage (10), les stomoxes sont très attirés par le bétail (6) qu'ils escortent facilement ; en outre, les abords des élevages sont des milieux propices à l'écologie larvaire, ce qui explique l'abondance de leurs captures autour des parcs (6). Numériquement, le genre *Stomoxys* présente un inté-

rêt presque aussi grand que les tabanidés pour ses effets directs et indirects, puisqu'ils sont également des vecteurs mécaniques potentiels de multiples agents infectieux du bétail (11).

■ CONCLUSION

Cette étude a permis d'identifier les différentes espèces de tabanidés rencontrées dans les régions du nord et du nord-ouest de la Côte d'Ivoire. Le nombre d'espèces capturées a été de 16 pour les tabanidés et de deux pour les stomoxes. Les tabanidés ont été présents dans tous les biotopes mais ont été plus abondants en galerie et pendant le mois de mars. Les stomoxes ont été très abondants près des parcs de repos du bétail. Les résultats obtenus contribueront à la connaissance générale des tabanidés et des stomoxes de la Côte d'Ivoire, ainsi qu'aux études épidémiologiques entreprises sur la transmission mécanique de la trypanosomose animale.

Remerciements

Ce travail a été réalisé grâce à un financement de la coopération allemande (Gtz). Nous tenons à remercier le Dr W. Kruger, Conseil technique de la Gtz, le Dr L. Foil pour son aide dans l'identification des tabanidés, ainsi que V. Michel pour la réalisation de l'illustration de la carte de la Côte d'Ivoire et G. Traoré pour la réalisation des expériences.

BIBLIOGRAPHIE

1. AMSLER S., FILLEDIER J., 1994. Attractivité pour les Tabanidae de l'association méta-crésol/octénol : résultats obtenus au Burkina Faso. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **47** : 93-96.
2. COMBES C., 1989. ABC de parasitologie probabilité et statistique, 2^e Ed. Paris, France, Ura-Cnrs, 92 p.
3. DIA M.L., ELSÉN P., CUISANCE D., DIOP C., THIAM A., CHOLLET J.Y., 1998. Abundance and seasonal variations of tabanids in Southern Trarza (Mauritania). *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, **849**: 456-460.
4. DJITEYE A., 1992. Aperçu sur l'efficacité comparative de différents pièges et odeurs contre les mouches piqueuses (Diptera : Tabanidae et Muscidae) d'importance vétérinaire. In : 1^{er} Séminaire international sur les trypanosomoses animales non transmises par les glossines, Annecy, France, 14-16 octobre 1992.
5. FOIL L.D., 1989. Tabanids and vectors of disease agents. *Parasitol. Today*, **5**: 88-96.
6. FOIL L.D., HOGSETTE J.A., 1994. Biology and control of tabanids, stable flies and horn flies. *Revue sci. tech. Off. int. Epizoot.*, **13**: 1125-1158.
7. GOODWIN J.T., 1982. The Tabanidae (Diptera) of Mali. *Misc. Publ. Entomol. Soc. Am.*, **13**: 1-141.
8. KOSSOUKPE G.L., 1989. Contribution à la lutte intégrée contre les glossines (Diptera, Glossinidae) et les Tabanidae (Diptera) au centre C.I.D.T. de dressage de bœufs de culture attelée de la Marahoué en Côte d'Ivoire. Dea, Cemv, Bouaké, Côte d'Ivoire, 41 p.

9. LEGENDRE L., LEGENDRE P., 1979. Ecologie numérique. Le traitement multiple des données écologiques. Paris, France, Masson, 197 p.
10. MIHOK S., CLAUSEN P.H., 1996. Feeding habits of *Stomoxys* spp. stable flies in a Kenyan forest. *Méd. vét. Entomol.*, **10**: 392-394.
11. MIHOK S., MARAMBA O., MUNYOKI E., KAGOIYA J., 1995. Mechanical transmission of *Trypanosoma* spp. by African Stomoxiinae (Diptera : Muscidae). *Trop. Med. Parasitol.*, **46**: 103-105.
12. Oldroyd H., 1954. The horse-flies (Diptera: Tabanidae) of the Ethiopian region. II. *Tabanus* and related genera. London, UK, British Museum (Natural History), 341 p.
13. Oldroyd H., 1957. The horse-flies (Diptera: Tabanidae) of the Ethiopian region. III. Subfamilies Chrysopinae, Sceptidinae and Pangoniinae and a revised classification. London, UK, British Museum (Natural History), 489 p.
14. OVAZZA M., RICKENBACH A., VALADE M., 1959. Tabanidés de la région de Bobo-Dioulasso (Haute Volta) - Répartition et rythme annuel ; quelques notes de systématique. *Bull. Soc. Pathol. exot.*, **52** : 679-698.
15. VENNETIER P., LACLAVERE G., BARRY-BATTESTI A.F., 1978. Atlas de la Côte d'Ivoire. Paris, France, Editions Jaguar, 72 p.
16. ZUMPT F., 1973. The stomoxiine biting flies of the world. Stuttgart, Germany, Gustav Fisher Verlag, 175 p.

Reçu le 03.09.2001, accepté le 08.03.2002

Summary

Acapovi G.L., Yao Y., N'Goran E., Dia M.L., Desquesnes M. Relative Abundance of Tabanids in the Savanna Regions of Côte d'Ivoire

Tabanids were caught with Nzi traps to study their presence, abundance, seasonal variation, ecological preferences and species diversity. The study was conducted over four seasons in four habitats (savanna, forest, gallery, and corral) in four townships in the main two livestock departments of North and Northwest Ivory Coast (Odienné and Korhogo). Out of 3104 caught specimens, 4 genera and 16 tabanid species were identified. The most abundant of caught species were *Tabanus taeniola* Palisot de Beauvois, 1807 (26.4%), *T. par* Walker, 1854 (15.6%), *T. laverani* Surcouf, 1907 (14.9%), and *Chrysops distinctipennis* Austen, 1906 (12.3%). The least abundant species were *Atylotus albipalpus* Walker, 1850 (6.9%), *Chrysops longicornis* Macquart, 1838 (6.9%), *T. brumpti* Surcouf, 1907 (4.8%), *T. gratus* Loew, 1858 (3.7%), *At. agrestis* Wiedemann, 1828 (2.5%), *At. fuscipes* Ricardo, 1908 (1.8%), *Ancala necopina* Austen, 1912 (1.5%), *T. biguttatus* Wiedemann, 1830 (1.4%), *T. ricardea* Surcouf, 1906 (0.5%), *T. boueti* Surcouf, 1907 (0.4%), *T. pluto* Walker, 1854 (0.3%), and *An. fasciata* Fabricius, 1775 (0.2%). The largest numbers of tabanids were caught in the gallery, and the fewest in the forest. There were more catches in the Odienné department than in that of Korhogo. An abundance peak occurred in March during the hot dry season, except for Korondougou township, where a peak occurred in June during the rainy season. In addition, 2471 Stomoxiinae were captured: *Stomoxys niger* Macquart, 1851 (70.7%) and *S. calcitrans* Linnaeus, 1758 (29.3%). The Stomoxiinae, represented by two species only, made up about 45% of the biting flies captured. They will have to be reckoned with when evaluating the impact of biting insects on cattle.

Key words: Tabanidae - Muscidae - Trap - Seasonal variation - Côte d'Ivoire.

Resumen

Acapovi G.L., Yao Y., N'Goran E., Dia M.L., Desquesnes M. Abundancia relativa de tabánidos en la región de las sabanas en Côte d'Ivoire

Se evaluó la existencia, la abundancia, la dinámica estacional las preferencias ecológicas y la diversidad de las especies de tabánidos, mediante capturas de insectos, gracias a trampas Nzi. El estudio se llevó a cabo durante cuatro estaciones, en cuatro tipos de sitios (sabana, bosque, galería y parque) y en cuatro localidades de los dos principales departamentos de cría del norte y noroeste de Côte d'Ivoire, Odienné y Korhogo. Se identificaron dieciséis especies de tabánidos, pertenecientes a cuatro géneros, con un total de 3104 especímenes capturados. Las especies más abundantes numéricamente fueron *Tabanus taeniola* Palisot de Beauvois, 1807 (26,4%), *T. par* Walker, 1854 (15,6%), *T. laverani* Surcouf, 1907 (14,9%) y *Chrysops distinctipennis* Austen, 1906 (12,3%). Las especies menos abundantes fueron *Atylotus albipalpus* Walker, 1850 (6.9%), *Chrysops longicornis* Macquart, 1838 (6.9%), *T. brumpti* Surcouf, 1907 (4,8%), *T. gratus* Loew, 1858 (3,7%), *At. agrestis* Wiedemann, 1828 (2,5%), *At. fuscipes* Ricardo, 1908 (1,8%), *Ancala necopina* Austen, 1912 (1,5%), *T. biguttatus* Wiedemann, 1830 (1,4%), *T. ricardea* Surcouf, 1906 (0,5%), *T. boueti* Surcouf, 1907 (0,4%), *T. pluto* Walker, 1854 (0,3%) y *An. fasciata* Fabricius, 1775 (0,2%). El máximo de capturas de tabánidos se observó en galería y el mínimo en bosque. Las capturas fueron más importantes en Odienné que en Korhogo. El pico de abundancia se situó en marzo, durante la estación cálida, excepto en la localidad de Korondougou, en donde el máximo se observó en junio (estación lluviosa). Por otro lado, se capturaron 2471 estomoxis, de las cuales 70,7% de *Stomoxys niger* Macquart, 1851 y 29,3% de *S. calcitrans* Linnaeus, 1758. Las estomoxis representaron 45% de los insectos picadores capturados, con solamente dos especies, y deberán ser tomadas en consideración en la evaluación del impacto de los insectos picadores sobre el ganado.

Palabras clave: Tabanidae - Muscidae - Trampa - Variación estacional - Côte d'Ivoire.

Ticks (Acari: Ixodidae) of the One-Humped Camel (*Camelus dromedarius*) in Kenya and Southern Ethiopia: Species Composition, Attachment Sites, Sex Ratio and Seasonal Incidence

M. Dioli^{1*} S. Jean-Baptiste² M. Fox³

Key words

Camelus dromedarius - Ixodidae - Kenya - Ethiopia.

Summary

An investigation was conducted on ixodid ticks that infested three herds of one-humped camels (*Camelus dromedarius*) in two separate areas of Kenya and one area of Southern Ethiopia. Species composition, attachment sites, sex ratio and seasonal incidence were described. The species observed were *Rhipicephalus appendiculatus*, *R. evertsi evertsi*, *R. praetextatus*^a, *R. pulchellus*, *R. pravus*, *Hyalomma dromedarii*, *H. marginatum rufipes*, *H. truncatum*, *Amblyomma gemma*, *A. lepidum* and *A. variegatum*.

^a On-going scanning electronic microscopy investigations suggest that *R. praetextatus* may be instead *R. muhsamae* [information added at authors' request in Jan. 2002; Editor's note]

■ INTRODUCTION

Although not mentioned in one of the earliest studies on the one-humped camel (*Camelus dromedarius*) (16), tick infestation is one of the commonest and oldest recognized diseases (5, 7, 14). In Kenya and Southern Ethiopia tick infestation of the one-humped camel is widespread (6, 8, 21, 24, 25). In these regions the main species infesting the camels belong to three genera: *Hyalomma*, *Rhipicephalus* and *Amblyomma*. The large majority of them are three-host species with the exception of the one-host tick *H. detritum scupense* and the two-host tick *H. marginatum rufipes* (24). With the exception of *Hyalomma dromedarii*, which predominantly attaches itself in the nostrils of the camel, all the other species attach themselves at the usual sites in other livestock species: axilla, foot, udder, perineal area and tail (4, 6, 8). Several tick species infesting the camel can transmit different types of virulent theileriosis (*Theileria parva parva*, *T. p. lawrencei*, *T. p. bovis*, *T. annulata*), which cause serious and often fatal clinical diseases in cattle. But no clinical disease has ever been reported in camels (13, 15, 19, 26). The main effect of tick infestation in the one-humped camel is a more or less pronounced anemia and appetite loss with consequent reduced growth rate and productivity, and higher calf mortality (10, 23, 27). Other major causes of loss are abscesses and wounds at the tick attachment site

since these can easily become infected with a myiasis (9) and then serve as wound-feeding to the red and yellow-billed oxpecker (*Buphagus erythrorhynchus*, *B. africanus*), causing enlargement of the wounds and prolonged healing time (1, 20, 30). Tick paralysis in camels is a syndrome that appears to be rare; it has only been reported in Sudan and is apparently caused by *Hyalomma* spp. adults and/or *Rhipicephalus* spp. adults or nymphs (22). Additional information on tick infestation such as species composition, their preferred attachment sites and seasonal incidence is therefore very useful to those who work to improve the health and productivity of camels.

■ MATERIALS AND METHODS

Of the three herds of the study, Herds 1 and 2 were kept in commercial ranches in Laikipia District in Kenya, and Herd 3 was kept on the outskirts of the town of Gode in Southeast Ethiopia. Table I shows spatial and ecological characteristics of the study areas. Table II gives information on the number and sex of the sampled camels. Tick control strategies in the three herds were more or less the same with occasional use of an acaricide at irregular intervals. However, Herd 1 was closely and permanently associated with cattle (G. Powys, pers. commun.); in all cases the study herds were not treated with an acaricide a month before sampling. Ticks were collected during the wet season (May 1999 and June 2000) and during the dry season (September and October 1999). Ticks were only collected on one side of the body (half-body size) from seven attachment sites: nostril, eye, ear, axilla, front foot, perineal area, and tail. They were preserved in 70% alcohol, examined under a stereomicroscope and identified with available taxonomic keys (12, 18, 29).

1. Kjelane 71, 5264 Garnes, Norway

2. 70 rue de la Sétérée, 34820 Assas, France

E-mail: sophiejb@netcourrier.com

3. Royal Veterinary College, Royal College Street, London NW1 OTU, UK

* Corresponding author: E-mail: berte@online.no

Table I
Description of study herds and their ecological context

Herd	Herd size	Acaricide treatment	Spatial coordinates	Altitude (m)	Mean annual temp. (C°) *	Annual rainfall (mm)	Vegetation
Herd 1							
Kisima	89 (dry season)	Occasional	0°30 North	1700-1800	25 max-9 min	600-700	Perennial grassland, mixed bushland: <i>Acacia</i> thorn-bush with <i>Acacia</i> trees, <i>Dracaena</i>
Rumuruti (Kenya)	116 (wet season)		36°45 East				
Herd 2							
Ol Ary Nyro (Kenya)	49 (dry season) 50 (wet season)	Occasional	0°36 North 36°23 East	1800-2000	26 max-10 min	790-850	Perennial grassland, mixed bushland: <i>Acacia</i> , <i>Euclea</i> , <i>Carissa</i> , <i>Olea</i>
Herd 3							
Code (Ethiopia)	20 (dry season) 20 (wet season)	Occasional	5°55 North 43°34 East	350	34 max-21 min	150-400	Annual grassland, desert scrubland: <i>Acacia</i> , <i>Comiphora</i> , <i>Maerua</i> , <i>Zizyphus</i> , <i>Euphorbia</i>

* Data from USAID's African Country Almanac Series and local stations

Table II
Number of male and female (pregnant, lactating, sterile, heifers) camels sampled in each herd in the dry and wet seasons

Season	Camels	Herd 1	Herd 2	Herd 3	Total
Dry	Males	20	0	0	20
	Pregnant females	33	21	0	54
	Lactating females	19	11	17	47
	Sterile females	5	1	0	6
	Heifers	12	16	3	31
	Subtotal		89	49	20
Wet	Males	38	0	0	38
	Pregnant females	35	19	0	54
	Lactating females	16	13	20	49
	Sterile females	8	5	0	13
	Heifers	19	13	0	32
	Subtotal		116	50	20
Total		205	99	40	344

■ RESULTS

Table III gives the number of male and female ticks and nymphs collected in the three herds during the study period, the tick sex ratio and mean half-body number per camel in each herd during the dry and wet seasons. The total number of ticks collected from the three herds was 31,040 and the proportion of male to female

ticks remained fairly constant in all the herds: 2-3 males for 1 female during the dry season and 4-5 males for 1 female during the wet season. During the dry season the tick load varied from more than 150 ticks per half camel in Herd 1 to 31 ticks per half camel in Herd 2 and 39 ticks per half camel in Herd 3. The situation during the wet season was slightly different with the tick load diminishing to 99 ticks per half camel in Herd 1 but increasing to

40 ticks per half camel in Herd 2 and to 72 ticks per half camel in Herd 3. The mean half-body tick infestation was significantly greater in Herd 1 than in the other herds.

The half-body relative percentage of ticks by host category, attachment site and season varied in the three herds (Table IV). It is obvious that some attachment sites contributed to the tick load

much more than others. In Herd 1, the attachment sites the most heavily infested were the axilla with 30% (dry season) and 32% (wet season), and the perineal area with 44% (dry season) and 41% (wet season) of all the ticks collected. In Herd 2, the attachment sites the most heavily infested were slightly different: the ear with 36% (dry season) and 24% (wet season), and the perineal area with

Table III

Number of male/female/nymph ticks, mean of tick number per camel and male/female ratio in each herd in the dry and wet seasons

Season	Tick sex	Herd 1			Herd 2			Herd 3		
		Num.	Mean per camel (SD)	M/F*	Num.	Mean per camel (SD)	M/F*	Num.	Mean per camel (SD)	M/F*
Dry	Female	4117	46.3 (15.4)	2.3	404	8.2 (5.4)	2.7	198	9.9 (5.3)	3
	Male	9523	107.1 (36.7)		1094	22.3 (12.7)		596	29.8 (12.3)	
	Nymph	113	1.3 (1.5)		27	0.7 (1.0)		1	0.1 (0.2)	
	Subtotal	13753	154.5 (49.1)		1525	31.1 (17.7)		795	39.8 (15.3)	
Wet	Female	2264	19.5 (8.5)	4	347	6.9 (3.5)	4.8	311	15.6 (6.4)	3.6
	Male	9032	77.9 (28.0)		1663	33.3 (14.7)		1128	56.4 (46.0)	
	Nymph	191	1.6 (1.9)		29	0.6 (1.2)		2	0.1 (0.3)	
	Subtotal	11,487	99.0 (33.3)		2039	40.8 (17.1)		1441	72.1 (49.1)	
Total num. of ticks	31,040	25,240	123.1	3564	36		2236	55.9		

* Male/female ratio

Table IV

Percentage of tick infestation at various attachment sites in males, pregnant, lactating, sterile and heifer camels in each herd in the dry and wet seasons

Camels		Nostril	Eye (%)	Ear (%)	Axilla (%)	Foot (%)	PA* (%)	Tail (%)
In the dry season								
Herd 1	Males	-	4	5	24	13	52	2
	Pregnant females	-	6	5	32	10	44	4
	Lactating females	-	5	6	32	11	40	5
	Sterile females	-	7	5	29	14	30	15
	Heifers	-	6	6	31	10	43	4
Herd 2	Pregnant females	-	10	35	16	2	26	10
	Lactating females	-	17	22	24	2	21	14
	Sterile females	-	11	11	56	-	22	-
	Heifers	-	5	62	15	1	9	8
Herd 3	Lactating females	39	1	13	4	5	39	-
	Heifers	55	-	14	3	-	28	-
In the wet season								
Herd 1	Males	-	4	8	28	16	38	7
	Pregnant females	-	3	4	32	7	45	9
	Lactating females	-	8	2	33	8	36	13
	Sterile females	-	5	5	31	9	39	12
	Heifers	-	2	7	38	6	42	5
Herd 2	Pregnant females	-	5	25	12	-	27	32
	Lactating females	-	1	18	15	-	39	27
	Sterile females	-	7	19	8	-	32	34
	Heifers	-	5	34	17	-	22	22
Herd 3	Lactating females	27	2	14	14	17	26	1

* Perineal area

21% (dry season) and 30% (wet season) of all the ticks collected. In Herd 3, the attachment sites the most heavily infested were the nostrils with 41% (dry season) and 27% (wet season), and the perineal area with 38% (dry season) and 26% (wet season) of all the ticks collected.

Different classes of animals in Herd 1 showed the same percentages of infestation in all attachment sites during both the wet and dry seasons. In Herd 2, however, during the dry season heifers showed an infestation rate higher in the ears and lower in the perineal area and the eyes compared to all the other productive groups in the herd and also compared to the other herds. In Herd 3, the number of heifers was too low to allow comparison with lactating females.

The identified species, their respective total half-body number and relative percentage in each herd during the dry and wet seasons are shown in Table V. In total eleven species of three different genera were identified with seven in each herd. There were some difficulties in identifying *R. praetextatus* because of its similarity with *R. simus*. After further analysis (P. Hillyard, Natural History Museum, pers. commun.) and because *R. simus* is reported absent from Kenya (29) the identity of this species was confirmed to be *R. praetextatus*¹.

There were marked differences between the herds about the prevalent species. Only three species were present in all three herds during both seasons: *R. pulchellus*, *H. truncatum* and *H. marginatum rufipes*. *R. praetextatus* was present in all the herds only during the wet season. While *H. m. rufipes* was more abundant than *H. truncatum* in Herds 1 and 3, *H. truncatum* was more abundant than *H. m. rufipes* in Herd 2. The remaining species were present in some herds and absent in others. *A. variegatum* and *R. appendiculatus* were only present in Herd 2, while *H. dromedarii*, *A. lepidum* and *R. pravus* were only present in Herd 3.

1. On-going scanning electron microscopy investigations suggest that *R. praetextatus* may be instead *R. muhsamae* [information added at authors' request in Jan. 2002; Editor's note]

In Herd 1, *R. pulchellus* was the most abundant species with 92% (dry season) and 80% (wet season) of all the ticks identified. *H. m. rufipes* was present in the dry (3%) and wet seasons (5%). *H. truncatum* was present in the dry (1%) and wet seasons (2%). *A. gemma* was present in the dry (2%) and wet seasons (3%). *A. variegatum*, *A. lepidum*, *H. dromedarii*, *R. appendiculatus*, *R. e. evertsi*, and *R. pravus* were completely absent.

In Herd 2, *R. appendiculatus* and *R. praetextatus* were the prevalent species. *R. appendiculatus* accounted for 56% (dry season) and 31% (wet season) of all the ticks identified. *R. praetextatus* accounted for 22% (dry season) and 39% (wet season) of all the ticks identified. *A. variegatum* was also relatively abundant with 9% (dry season) and 6% (wet season) of all the ticks identified. Other species collected were *R. pulchellus* with 6% (dry and wet seasons), *H. truncatum* with 3% (dry season) and 14% (wet season), and *R. e. evertsi* with 2% (dry season) and 1% (wet season). *A. gemma*, *H. dromedarii* and *R. pravus* were completely absent.

In Herd 3, the prevalent species were *H. dromedarii* and *H. m. rufipes*. *H. dromedarii* was abundant with 63% (dry season) and 46% (wet season) of all the ticks collected. *H. m. rufipes* was present with 26% (dry season) and 11% (wet season). Other less common species present were *R. pulchellus* with 5% (dry season) and 18% (wet season), *H. truncatum* with 4% (dry season) and 10% (wet season), *A. gemma* with 1% (dry season) and 2% (wet season). Interestingly, *R. pravus* and *R. praetextatus*, while completely absent during the dry season, were present during the wet season with 9 and 3%, respectively, of all the ticks collected. *A. variegatum*, *R. appendiculatus* and *R. e. evertsi* were completely absent.

Nymphs were of minor importance. Their percentages in Herds 1 and 2 varied between 1 and 2% of all the ticks collected, while in Herd 3 their number was negligible. The nymphs collected in Herd 1 belonged to the genus *Rhipicephalus*, while the nymphs collected in Herd 2 belonged to that of *Amblyomma*.

Table V

Total half-body number of ticks per species and per herd according to the season

Tick name	Herd 1		Herd 2		Herd 3		Total
	Dry season (89 camels)	Wet season (116 camels)	Dry season (49 camels)	Wet season (50 camels)	Dry season (20 camels)	Wet season (20 camels)	
<i>Amblyomma gemma</i>	302	327	-	-	11	36	676
<i>A. lepidum</i>	-	-	-	-	-	2	2
<i>A. variegatum</i>	-	-	134	113	-	-	247
<i>Hyalomma dromedarii</i>	-	-	-	-	499	666	1165
<i>H. marginatum rufipes</i>	441	526	18	17	206	154	1362
<i>H. truncatum</i>	109	191	42	295	35	150	822
<i>Rhipicephalus appendiculatus</i>	2	6	859	632	-	-	1499
<i>R. evertsi evertsi</i>	7	35	27	28	-	-	97
<i>R. praetextatus</i>	102	979	334	794	-	39	2248
<i>R. pravus</i>	-	-	-	-	-	136	136
<i>R. pulchellus</i>	12,677	9232	84	131	43	256	22,423
Nymphs: <i>Rhipicephalus</i> sp.	113	191	-	-	-	-	304
Nymphs: <i>Amblyomma</i> sp.	-	-	27	29	-	-	56
Nymphs: other species	-	-	-	-	1	2	3
Total	13,753	11,487	1525	2039	795	1441	31,040
Total (per herd)	25,240		3564		2236		

Tables VI, VII and VIII show the preferred attachment sites of all the species collected, their relative percentages and the sex ratio of the prevalent species by herd during the dry and wet seasons. They reveal how each species of ticks did not uniformly infest all the attachment sites but consistently preferred some attachment sites. The species preference remained largely the same in all the herds and during both the dry and wet seasons. *A. gemma*, *A. variegatum*, *A. lepidum*, *R. pulchellus*, *R. pravus*, *R. e. evertsi* and *H. m. rufipes* largely preferred the perineal area and/or the axilla. On the other hand, *H. truncatum* was also found on the foot. *Hyalomma dromedarii* preferred almost exclusively the nostril, although it was also found in other areas. *R. appendiculatus* was found mainly in the ear and to a lesser degree in the eye, *R. praetextatus* preferred the tail but was also found on the axilla, perineal area and foot. Interestingly, the foot was the area where most of the nymphs were collected.

The sex ratio of the prevalent species at their preferred attachment sites was consistent with the one generally acknowledged: more males than females particularly during the wet season. However, *R. appendiculatus* and *R. praetextatus* in Herd 2, and *R. praetextatus* and *H. m. rufipes* in Herd 1 during the wet season showed a male/female ratio much more biased towards males than the general herd ratio (7-10 males per female).

■ DISCUSSION

Differences in tick load per half camel were obvious particularly between Herd 1 and the other two herds. The reasons for these

differences are unclear. The high tick load in Herd 1 compared to Herds 2 and 3 was probably related to an insufficient tick control strategy in Herd 1 combined with its permanent closeness with cattle. Other differences may have been related to the marked differences in the ecological background between Herds 1 and 2 and Herd 3 (Table I). The tick load per half camel in Herds 2 and 3 was similar to those measured in other nomadic camel herds (6) and was higher in the wet season reflecting the increased reproductive rates of many species of ticks during the wet season. The opposite happened in Herd 1, where there was per half camel a high tick load in the dry season and a low tick load in the wet season. It was unclear why this happened. An acaricide treatment, not mentioned by the herdsman (!), was highly suspected to be responsible for this anomaly.

The total (all species combined) sex ratio skewed towards males: 2-3 males per female during the dry season and 3.5 to 4.8 males per female during the wet season. This was normal since males stay on the host longer than females (31). This situation was also present, when the sex ratio of the prevalent species in the three herds was analyzed. However, the fact that *R. appendiculatus* and *R. praetextatus* in Herd 2, and *R. praetextatus* and *H. m. rufipes* in Herd 1 showed a sex ratio much more biased toward males during the wet season may confirm that these species are particularly sensitive to desiccation and therefore more active during the wet season (18, 29).

The eleven species of ticks collected were not uniformly distributed in the three studied herds. *R. pulchellus* was the most

Table VI

Half-body percentage of ticks per species at various attachment sites in Herd 1 in the dry and wet seasons, and sex ratio of the main species

Tick name	Nostril		Eye		Ear		Axilla		Foot		Perineal area		Tail		Sample size
	%	SR*	%	SR*	%	SR*	%	SR*	%	SR*	%	SR*	%	SR*	
In the dry season															
<i>Amblyomma gemma</i>	-	-	-	-	-	-	15	1.6	4	-	81	1.6	-	-	302
<i>A. variegatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<i>Hyalomma dromedarii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<i>H. marginatum rufipes</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	1.6	-	-	441
<i>H. truncatum</i>	-	-	-	-	-	-	20	21	21	10.5	35	2.8	24	7.7	109
<i>Rhipicephalus appendiculatus</i>	-	-	-	-	50	-	50	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>R. evertsi evertsi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	-	-	-	7
<i>R. praetextatus</i>	-	-	-	-	-	-	7	-	4	-	13	-	76	-	102
<i>R. pulchellus</i>	-	-	6	2.6	6	2.4	32	2.4	11	3	42	2.1	4	2	12,677
Nymphs	-	-	-	-	-	-	12	-	77	-	1	-	10	-	113
In the wet season															
<i>A. gemma</i>	-	-	-	-	-	-	15	4.4	5	7.5	80	5.7	-	-	327
<i>A. variegatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<i>H. dromedarii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<i>H. m. rufipes</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	99	7.7	-	-	526
<i>H. truncatum</i>	-	-	-	-	1	-	11	-	26	-	44	-	18	-	191
<i>R. appendiculatus</i>	-	-	-	-	83	-	-	-	-	-	-	-	17	-	6
<i>R. evertsi evertsi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	-	-	-	35
<i>R. praetextatus</i>	-	-	-	-	-	-	3	5.2	2	2	12	9.7	83	12.9	979
<i>R. pulchellus</i>	-	-	5	2.8	6	2.9	38	2.8	9	3.6	40	4.8	2	5.3	9232
Nymphs	-	-	2	-	3	-	8	-	84	-	2	-	1	-	191

* Sex ratio

Table VII

Half-body percentage of ticks per species at various attachment sites in Herd 2 in the dry and wet seasons, and sex ratio of the main species

Tick name	Nostril		Eye		Ear		Axilla		Foot		Perineal area		Tail		Sample size
	%	SR*	%	SR*	%	SR*	%	SR*	%	SR*	%	SR*	%	SR*	
In the dry season															
<i>Amblyomma gemma</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<i>A. variegatum</i>	-	-	-	-	66	11.6	1	m	31	12.7	2	1	134		
<i>Hyalomma dromedarii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
<i>H. marginatum rufipes</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	100	-	-	-	18		
<i>H. truncatum</i>	-	-	-	-	21	-	5	-	36	-	38	-	42		
<i>Rhipicephalus appendiculatus</i>	-	20	1.9	63	2.2	7	1	1	1.5	7	2.6	2	1.3	859	
<i>R. evertsi evertsi</i>	-	-	-	-	4	-	-	-	96	-	-	-	27		
<i>R. praetextatus</i>	-	-	-	-	25	2.3	1	f	36	5.4	38	2.2	334		
<i>R. pulchellus</i>	-	1	-	-	42	-	1	-	50	-	6	-	84		
Nymphs	-	4	-	4	30	-	51	-	-	-	11	-	27		
In the wet season															
<i>A. gemma</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
<i>A. variegatum</i>	-	-	-	-	43	3.1	-	-	57	4.8	-	-	113		
<i>H. dromedarii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
<i>H. m. rufipes</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	100	-	-	-	17		
<i>H. truncatum</i>	-	-	-	-	10	2.2	-	-	16	3.2	74	4.6	295		
<i>R. appendiculatus</i>	-	13	4	76	4.8	2	m	-	6	m	3	m	632		
<i>R. evertsi evertsi</i>	-	-	-	-	4	-	-	-	96	-	-	-	28		
<i>R. praetextatus</i>	-	-	-	-	17	2.7	-	-	42	6.8	41	5.9	794		
<i>R. pulchellus</i>	-	-	-	2	17	-	-	-	72	5.8	9	-	131		
Nymphs	-	-	-	-	69	-	-	-	3	-	28	-	29		

* Sex ratio

f = females only; m = males only

abundant species in Herd 1. However, this species is found on a wide range of hosts, with cattle as the main host (29). The abundance of this tick on camels of Herd 1 may indicate that these camels were always closely associated with cattle (G. Powys, pers. commun.).

The fact that *H. dromedarii* was prevalent in Herd 3 but totally absent in Herds 1 and 2 can be explained by the different ecological requirements of this tick: lower altitude and dry environment (18, 25, 28). It is interesting to note that contrary to other collections (8) the attachment sites of this tick was not limited to the nostrils as it was also present at other sites. Different ecological adaptations also explain the presence in Herd 3 only of two other closely associated species (18), *A. lepidum* and *R. pravus*. Both species are adapted to arid zones and low rainfall (18, 28, 29). *R. pravus*, particularly, is a species sensitive to the length of the dry season, preferring areas with a long continuous six-month dry season (18, 29). The fact that these two species were collected during the wet season confirms the existing knowledge that they are more active during the wet season (25).

R. praetextatus was collected in Herds 1 and 2 in both seasons but in Herd 3 only during the wet season. This data may be explained by the fact that Herd 3 is at the limit of the ecological conditions preferred by this species. *R. praetextatus* occurs in a wide range of ecological conditions. However, it needs a minimum mean annual rainfall of 250 mm (29). The need of this species for adequate humidity was also confirmed by the fact that it was always

collected in greater numbers in the three study herds during the wet season. This confirms other studies stating that this species is more active during the wet season (18, 29).

R. appendiculatus and *A. variegatum* were only found in Herd 2. Their association is well documented (18, 21). Although both are mainly cattle ticks they are able to infest camels (24). Their absence in Herd 3 is easy to explain with the lack of sufficient rainfall (18, 28, 31) and vegetation cover (12), but their absence in Herd 1 is much more difficult to explain. It may be the consequence of a slightly lower rainfall and a higher temperature (2, 3).

A. gemma was present in Herd 1 and also in Herd 3 under very different ecological conditions. The complete absence of this species in Herd 2 is difficult to explain. It might be that the higher rainfall in the area (over 750 mm) of Herd 2 was an efficient obstacle to the development of this species as it happens in Tanzania (31).

R. e. evertsi was rare in all the herds although the distribution of this species is similar to that of *R. praetextatus* (18). It may be an indication that the host, in this case the camel, is not the preferred host for this species. Previous reports confirm that *R. e. evertsi* appears as a species not well adapted to camels (12, 18, 25).

Although *H. m. rufipes* and *H. truncatum* were present in all the three herds in both seasons, confirming that their association is common in East Africa (18,25), their ratios were different.

Table VIII

Half-body percentage of ticks per species at various attachment sites in Herd 3 in the dry and wet seasons, and sex ratio of the main species

Tick name	Nostril		Eye		Ear		Axilla		Foot		Perineal area		Tail		Sample size
	%	SR*	%	SR*	%	SR*	%	SR*	%	SR*	%	SR*	%	SR*	
In the dry season															
<i>Amblyomma gemma</i>	-	-	-	-	-	-	18	-	-	-	82	-	-	-	11
<i>A. variegatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<i>Hyalomma dromedarii</i>	65	2.3	1	1.5	18	3.6	3	2.8	4	5.3	9	46	-	-	499
<i>H. marginatum rufipes</i>	0	-	-	-	-	-	0.50	-	0.50	-	99	2.3	-	-	206
<i>H. truncatum</i>	-	-	-	-	3	-	17	-	40	-	40	-	-	-	35
<i>Rhipicephalus appendiculatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<i>R. evertsi evertsi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<i>R. praetextatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<i>R. pulchellus</i>	-	-	7	-	19	-	14	-	-	-	60	-	-	-	43
Nymphs	-	-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
In the wet season															
<i>A. gemma</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	22	-	75	-	3	-	36
<i>A. lepidum</i>	-	-	-	-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>A. variegatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<i>H. dromedarii</i>	58	5.8	2	2.7	25	2.3	1	m	8	3.8	6	5.5	-	-	666
<i>H. m. rufipes</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	9	3.7	91	2.3	-	-	154
<i>H. truncatum</i>	-	-	-	-	-	-	9	-	43	-	47	-	1	-	150
<i>R. appendiculatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<i>R. evertsi evertsi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<i>R. praetextatus</i>	-	-	3	-	3	-	33	-	51	-	8	-	3	-	39
<i>R. pravus</i>	-	-	2	f	1	m	68	1.2	15	1.2	10	3.7	4	-	136
<i>R. pulchellus</i>	-	-	5	1.4	10	7.3	29	3.6	24	11.2	32	8.2	-	-	256
Nymphs	-	-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2

* Sex ratio

f = females only; m = males only

H. m. rufipes was more abundant than *H. truncatum* in Herds 1 and 3, while it was the opposite in Herd 2, where *H. truncatum* was much more abundant than *H. m. rufipes*. The different proportions of *H. m. rufipes* and *H. truncatum* in the three herds confirm the more xerophilic attitude of *H. m. rufipes* and the higher tolerance of *H. truncatum* to rainfall and altitude (18, 25). It may also indicate a greater stock density in Herd 1 area (smaller ranch) and/or overgrazing in Herd 3, which neighbored a town (17).

It seems that there was no relationship between sex, characteristics of host and tick load. The only apparent relationship was found in Herd 2, where heifers had consistently a low number of ticks in the perineal area compared to pregnant, lactating and sterile females.

This may simply be explained by the fact that the surface of the perineal area is smaller in heifers than in older females. More probably, the explanation lies in the fact that the species of ticks preferring this area, *H. m. rufipes* and *H. truncatum*, were present in low numbers in Herd 2.

Acknowledgments

We are grateful to Mrs K. Gallmann, Mr G. Powys and the management and staff of Ol Ary Nyro and Kisima Rumuruti ranches (Kenya) for their assistance. Grateful thanks to Prof. Fescha Gebreab of the Debre Zeit Faculty of Veterinary Medicine

and to Drs Sileshi Mekonnen, Ibrahim Hussein, Nigist Mekonnen and to Mr Abebe Mekonnen of the Acarology and Entomology Team at the Sabeta National Animal Health Research Center. Thanks also to Dr Paul Hillyard, from the Natural History Museum, for his help in the identification of some of the tick species, and to Dr Pascal Bonnet from CIRAD-EMVT for his valuable suggestions and critical comments.

REFERENCES

1. BEZUIDENHOUT J.D., STUTTERHEIM C.J., 1980. A critical evaluation of the role played by the red-billed oxpecker *Buphagus erythrorhynchus* in the biological control of ticks. *Onderstepoort J. vet. Res.*, **47**: 51-75.
2. BRANAGAN D., 1973. Observation on the development and survival of the ixodid tick *Rhipicephalus appendiculatus* Neumann, 1901 under quasinatural conditions in Kenya. *Trop. Anim. Health Prod.*, **5**: 153-165.
3. BRANAGAN D., 1973. The developmental periods of the ixodid tick *Rhipicephalus appendiculatus* Neum., under laboratory conditions. *Bull. entomol. Res.*, **63**: 155-168.
4. CREES J., 1985. Tick burdens of camels and their treatment and chemical analyses of camel blood. Nairobi, Kenya, IPAL, p. 193-236. (Tech. Rep. No E-7)
5. CROSS H.E., 1917. The camel and its diseases: being notes for veterinary surgeons and commandant of camel corps. London, UK, Bailliere, Tindall & Cox, p. 151.

6. DIOLI M., 1992. A study of tick infestation in four nomadic camel herds in Northern Kenya. In: Schwartz H., Dioli M. Eds., The one-humped camel in Eastern Africa. A pictorial guide to diseases, health care and management. Berlin, Germany, V.J. Margraf, p. 263-267.
7. DOLAN R., WILSON A.J., SCHWARTZ H.J., NEWSON R.M., FIELD C.R., 1983. Camel production in Kenya and its constraints. II. Tick infestation. *Trop. Anim. Health Prod.*, **15**: 179-185.
8. DROANDI I., 1936. Il cammello. Storia naturale, anatomia, fisiologia, zootecnica, patologia. Firenze, Italia, Istituto Agricolo Coloniale, p. 856.
9. HADANI A., BEN YAAKOV B., ROSEN S., 1989. Myiasis caused by *Wohlfahrtia magnifica* (Schiner, 1862) in the Arabian camel (*Camelus dromedarius*) in the peninsula of the Sinai. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **42**: 33-38.
10. HART B.L., 1990. Behavioural adaptations to pathogens and parasites: five strategies. *Neurosci. Biobehav. Rev.*, **14**: 273-294.
11. HIGGINS A.J., 1986. Common ectoparasites of the camel and their control. In: Higgins A.J. Ed., The camel in health and disease. London, UK, Bailliere Tindall, p. 72-91.
12. HOOGSTRAAL H., 1956. African Ixodidae: I. Ticks of the Sudan (with special reference to Equatoria Province and with preliminary reviews of the genera *Boophilus*, *Margaropus* and *Hyalomma*). Washington DC, USA, US Navy, Bur. med. Surg., p. 1101. (Res. Rep. NM 005 050 29 07)
13. LAWRENCE J.A., DE VOS A.J., IRVIN A.D., 1994. East coast fever. Corridor disease. Zimbabwe theileriosis. In: Coetzer J.A.W., Thomson G.R., Tustin R.C. Eds, Infectious diseases of livestock with special reference to Southern Africa, Vol. I. Oxford, UK, Oxford University Press, p. 309-333.
14. LEESE A.S., 1927. A treatise on the one-humped camel in health and disease. Stamford, UK, Haines & Sons, p. 382.
15. LIEBISCH A., RAHMAN M.S., HOOGSTRAAL H., 1988. Tick fauna of Egypt with special reference to studies on *Hyalomma anatolicum anatolicum*, the natural vector of cattle theileriosis. In: Channabasavanna G.P., Virakamat C.A. Eds, Progress in acarology, Vol. I. Oxford, UK, Oxford and IBH Publishing, p. 53-59.
16. LOMBARDINI L., 1879. Sui cammelli. Pisa, Italia, Tipografia T. Nistri, p. 422.
17. MACLEOD J., MWANAUMO B., 1978. Ecological studies of ixodid ticks (Acari: Ixodidae) in Zambia. IV. Some anomalous infestation patterns in the northern and eastern regions. *Bull. Entomol. Res.*, **68**: 409-429.
18. MATTHYSSE J.G., COLBO M.H., 1987. The ixodid ticks of Uganda. College Park, MD, USA, Entomological Society of America, p. 405.
19. MAZLUM Z., 1969. Transmission of *Theileria annulata* by crushed infected unfed *Hyalomma dromedarii*. *Parasitology*, **59**: 597-600.
20. MOREAU R.E., 1933. The food of the red-billed oxpecker *Buphagus erythrorhynchus* (Stanley). *Bull. Entomol. Res.*, **24**: 325-335.
21. MOREL P.C., 1980. Study on Ethiopian ticks (Acarida, Ixodidae). Maison-Alfort, France, Gerdat-Iemvt, p. 332.
22. MUSA M.T., OSMAN O.M., 1990. An outbreak of suspected tick paralysis in one-humped camels (*Camelus dromedarius*) in the Sudan. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **43**: 505-510.
23. NELSON W.A., BELL J.F., CLIFFORD C.M., KEIRANS J.E., 1977. Interaction of ectoparasites and their hosts. *J. med. Entomol.*, **13**: 389-428.
24. PEGRAM R.G., HIGGINS A.J., 1992. Camel ectoparasites: a review. In: Proc. 1st int. Camel Conf., Dubai, UAE, 2-6 February 1992, p. 69-78.
25. PEGRAM R.G., HOOGSTRAAL H., WASSEF H.Y., 1981. Ticks (Acarina: Ixodoidea) of Ethiopia. I. Distribution, ecology and host relationships of species infesting livestock. *Bull. Entomol. Res.*, **71**: 339-359.
26. PIPANO E., 1994. *Theileria annulata* theileriosis. In: Coetzer J.A.W., Thomson G.R., Tustin R.C. Eds, Infectious diseases of livestock with special reference to Southern Africa, Vol. I. Oxford, UK, Oxford University Press, p. 342-348.
27. SCHWARTZ H.J., DOLAN R., WILSON A.J., 1983. Camel production in Kenya and its constraints. I. Productivity. *Trop. Anim. Health Prod.*, **15**: 169-178.
28. WALKER J.B., 1974. The ixodid ticks of Kenya. London, UK, Commonwealth Institute of Entomology, p. 220.
29. WALKER J.B., KEIRANS J.E., HORAK I.G., 2000. The genus *Rhipicephalus* (Acari: Ixodidae): A guide to the brown ticks of the world. Cambridge, UK, Cambridge University Press, p. 643.
30. WEEKS P., 2000. Red-billed oxpeckers: vampires or tickbirds? *Behav. Ecol.*, **11**: 154-160.
31. YEOMAN G.H., WALKER J.B., 1967. The ixodid ticks of Tanzania. London, UK, Commonwealth Institute of Entomology, p. 193.

Reçu le 22.09.2000, accepté le 03.12.2001

Résumé

Dioli M., Jean-Baptiste S., Fox M. Tiques (Acari : Ixodidae) du dromadaire (*Camelus dromedarius*) au Kenya et dans le Sud éthiopien : espèces identifiées, localisation sur l'animal, sex-ratio et fluctuation saisonnière

Une enquête a été menée sur les tiques (Ixodidae) de trois troupeaux de dromadaires (*Camelus dromedarius*) dans deux régions distinctes du Kenya et dans une région du sud de l'Éthiopie. L'étude décrit les espèces représentées, leurs localisation préférentielle sur l'animal et leur fluctuation saisonnière. Les espèces observées ont été les suivantes : *Rhipicephalus appendiculatus*, *R. evertsi evertsi*, *R. praetextatus*¹, *R. pulchellus*, *R. pravus*, *Hyalomma dromedarii*, *H. marginatum rufipes*, *H. truncatum*, *Amblyomma gemma*, *A. lepidum* et *A. variegatum*.

¹ Des travaux en cours à l'aide de la microscopie électronique à balayage suggèrent que *R. praetextatus* pourrait en fait être *R. muhsamae* [information ajoutée à la demande des auteurs en janv. 2002 ; NdIr]

Mots-clés : *Camelus dromedarius* - Ixodidae - Kenya - Ethiopie.

Resumen

Dioli M., Jean-Baptiste S., Fox M. Garrapatas (Acari: Ixodidae) del camello de una giba (*Camelus dromedarius*) en Kenia y Etiopía del Sur: composición de las especies, sitios de fijación, relación de sexos e incidencia estacional

Se llevó a cabo una investigación en garrapatas Ixodidae que infestaron tres hatos de camellos de una giba (*Camelus dromedarius*), en dos áreas distintas de Kenia y un área de Etiopía del Sur. Se describe la composición de las especies, los sitios de fijación, la relación entre sexos y la incidencia estacional. Las especies observadas fueron: *Rhipicephalus appendiculatus*, *R. evertsi evertsi*, *R. Praetextatus*¹, *R. pulchellus*, *R. pravus*, *Hyalomma dromedarii*, *H. marginatum rufipes*, *H. truncatum*, *Amblyomma gemma*, *A. lepidum* y *A. variegatum*.

¹ Investigaciones actuales, mediante microscopía electrónica por «scan», sugieren que *R. praetextatus* podría ser *R. muhsamae* [información agregada a petición de los autores en enero 2002; nota del Editor]

Palabras clave: *Camelus dromedarius* - Ixodidae - Kenia - Ethiopie.

Prévalence de la cysticerose porcine dans le Mayo-Danay (Nord Cameroun) et le Mayo-Kebbi (sud-ouest du Tchad)

E. Assana¹ P.A. Zoli¹ H.A. Sadou²
Nguekam¹ L. Vondou¹ M.S.R. Pouedet¹
P. Dorny³ J. Brandt³ S. Geerts^{3*}

Mots-clés

Porcin - *Taenia solium* - Cysticerose - Cameroun - Tchad.

Résumé

Une étude menée de mai à octobre 1999 dans le département du Mayo-Danay (extrême nord du Cameroun) et dans la préfecture du Mayo-Kebbi (sud-ouest du Tchad) a eu pour but de déterminer la prévalence de la cysticerose porcine et d'identifier les principaux facteurs qui la favorisaient. Elle a montré que les conditions hygiéniques dans lesquelles vivait la population ainsi que celles de l'élevage des porcs étaient très médiocres, avec pour conséquence des infestations massives de la population porcine par des cysticerques de *Taenia solium*. En effet, 42 p. 100 des 126 exploitations visitées étaient dépourvues de latrines et les porcs, en divagation permanente ou semi-permanente, avaient facilement accès aux matières fécales humaines déposées aux alentours des habitations. Le diagnostic clinique effectué par la méthode du langage a montré que 20,5 p. 100 des 852 porcs vivants examinés étaient porteurs de cysticerques. L'inspection des carcasses réalisée dans les abattoirs locaux a révélé que 15,7 p. 100 des 51 porcs abattus étaient ladres. Parmi les 264 sérums de porcs soumis au test Elisa pour la détection des antigènes circulants de cysticerques, 105 (39,8 p. 100) se sont révélés positifs. Ces résultats ont indiqué que le Mayo-Danay et le Mayo-Kebbi étaient d'importants foyers de la cysticerose porcine à *Taenia solium*.

INTRODUCTION

La cysticerose, due aux larves de *Taenia solium* ou *Cysticercus cellulosae*, constitue un problème économique et de santé publique important qui est cependant relativement méconnu dans un grand nombre de pays africains (6, 7, 17). Pourtant, à l'exception des régions où l'élevage et surtout la consommation du porc constituent un tabou religieux, la cysticerose porcine affecte probablement tous les pays au sud du Sahara où les conditions d'apparition et de perpétuation de cette zoonose sont généralement réunies : conditions hygiéniques pauvres, absence quasi généralisée de latrines, surtout dans les zones rurales, divagation permanente ou saisonnière des porcs et absence totale d'inspection de la viande

des porcs (16). Contrairement à l'Amérique latine, les données sur la cysticerose porcine sont cependant plutôt rares en Afrique bien que quelques études y aient été menées. Chambers (4) rapporte qu'au Zimbabwe 67,6 p. 100 des carcasses de porcs saisies en un an dans les abattoirs étaient ladres. Au Nigeria une prévalence de 20 p. 100 a été rapportée dans l'Etat d'Enugu (14). En Tanzanie un taux moyen d'infestation de 13,3 p. 100 a été déterminé dans trois communes du pays (2). Au Cameroun la fréquence et la distribution de la cysticerose porcine sont également assez mal connues. Les études menées jusqu'ici sur cette maladie ont été focalisées surtout dans la région de l'Ouest (9, 10, 12, 15, 18, 19). Au nord du pays, Awa et coll. (1) ont rapporté que 12,3 p. 100 des 750 carcasses inspectées à l'abattoir de Garoua étaient infestées. Au Tchad, Graber et Chailloux (8) ont rapporté des cas de laderie massive chez des porcs abattus à Fort-Lamy. En dehors de ces travaux, il n'existe pas d'autres données sur la cysticerose porcine et humaine dans la partie septentrionale du Cameroun et au Tchad, surtout dans les grandes régions d'élevage porcin de l'extrême nord du Cameroun et du sud-ouest du Tchad (13). C'est pour cela que les auteurs ont entrepris une étude qui a eu pour objectifs d'identifier les facteurs susceptibles de favoriser l'infestation des porcs par les œufs de *T. solium* et de déterminer la prévalence de

1. Université de Dschang, Cameroun

2. Délégation départementale de l'élevage, des pêches et des industries animales du Mayo-Danay à Yagoua, Cameroun

3. Institut de médecine tropicale, Anvers, Belgique

* Auteur pour la correspondance

Tél : +32 (0)3 24 76 262 ; fax : +32 (0)3 24 76 268 ; e-mail : sgeerts@itg.be

la zoonose. Les diagnostics ont été réalisés sur les animaux vivants et abattus et également par l'examen sérologique grâce au test Elisa-sandwich pour la détection des antigènes circulants des métacestodes du *Taenia* spp.

■ MATERIEL ET METHODES

L'enquête a eu lieu, d'une part, sur deux marchés du département du Mayo-Danay (extrême nord du Cameroun) situés à une dizaine de kilomètres chacun de la frontière entre le Tchad et le Cameroun et, d'autre part, dans 126 élevages dont 70 dans le département du Mayo-Danay et 56 dans la préfecture du Mayo-Kebbi (sud-ouest du Tchad). Ces deux régions d'étude s'étendent entre 9° et 11° 15' de lat. N., et 14° et 16° 30' de long. E. Les exploitations, choisies au hasard, abritaient un total de 2 065 porcs. Un questionnaire a servi pour la collecte des données sur le système d'élevage, les conditions hygiéniques et sanitaires dans les exploitations, le niveau de connaissance des éleveurs par rapport au complexe taeniose-cysticercose. Des observations directes sur l'environnement des exploitations ont permis également de déterminer les habitudes hygiéniques des éleveurs ainsi que celles de leurs voisins non éleveurs, mais pouvant avoir des contacts, d'une façon ou d'une autre, avec les porcs.

Animaux

Un total de 903 porcs de races locales dont 852 vivants (566 adultes de plus d'un an et 286 jeunes de moins d'un an) et 51 abattus (23 de plus d'un an et 28 de moins d'un an) ont été examinés par la méthode du languageage, pour les animaux vivants, et l'inspection des carcasses pour ceux qui avaient été abattus. Le languageage consiste à examiner et/ou palper la face inférieure de la langue. L'inspection des carcasses a été effectuée sur les marchés par des infirmiers vétérinaires selon la méthode classique : des incisions ont été pratiquées au niveau des masséters, du cœur, des muscles fessiers, du diaphragme et de la langue.

Sérums

Des échantillons de sang ont été prélevés sur 255 des 852 porcs vivants qui n'ont pas révélé d'infestation lors de l'examen clinique et seulement sur 9 porcs abattus qui n'ont pas non plus révélé d'infestation lors des examens *ante* et *post mortem*. Les sérums ainsi obtenus ont été congelés à -20 °C jusqu'au moment de l'analyse.

Elisa pour la détection d'antigènes circulants de cysticerques de *Taenia solium*

L'Elisa-sandwich a été effectué selon Dorny et coll. (5). Les anticorps monoclonaux (Mab) B158C11A10 et B60H8A4 biotynilés

ont été utilisés pour capturer les antigènes circulants. Ces MAb ont été développés contre les produits d'excrétion et de sécrétion de cysticerques de *T. saginata*, mais ils réagissent aussi bien avec ceux de *T. solium* (3). Le complexe streptavidine-péroxydase et l'orthophénylène diamine ont servi respectivement comme conjugué et comme chromogène. La réaction a été lue à l'aide d'un lecteur Elisa (Multiskan RC, Labsystems) à 492 nm. Le seuil de positivité a été déterminé par comparaison de la densité optique (DO) de chaque échantillon avec la moyenne des DO d'une série de huit échantillons négatifs (provenant de porcs d'un élevage amélioré sans risque d'exposition aux œufs de *T. solium*), au seuil de probabilité de 0,001 (test de Student modifié).

■ RESULTATS ET DISCUSSION

Système d'élevage porcin et conditions hygiéniques

Les tableaux I à III résument les facteurs qui ont favorisé l'infestation des porcs par les métacestodes de *T. solium*. Ces facteurs ont été la divagation des animaux, le manque de latrines, les défécations à l'air libre à des endroits facilement accessibles aux porcs et la méconnaissance par la population du mode d'infestation et des aspects zoonotiques et pathologiques du parasite.

Bien que la majorité de la population musulmane du Cameroun se trouve dans les trois provinces septentrionales du pays (Adamaoua, Nord et Extrême Nord), elle y constitue cependant moins de la moitié de la population locale. Ce fait est encore plus marqué dans les provinces du Nord et de l'Extrême Nord où la majorité de la population est de religion chrétienne ou animiste. C'est la raison pour laquelle l'élevage du porc y est non seulement présent, mais il y prend depuis quelques années un développement toujours croissant. Les grandes métropoles de Yaoundé et de Douala sont régulièrement approvisionnées en porcs, davantage à partir de ces deux provinces que de celle de l'Ouest où le cheptel porcin est resté sérieusement réduit depuis le début des années 80, suite à l'épizootie de peste porcine africaine (Ppa) enzootique dans la région (11). Les trois provinces du nord sont pour l'instant indemnes de la Ppa (1) et il est à souhaiter que la barrière sanitaire reste suffisamment étanche pour les préserver de cette épizootie. Toutefois, d'autres entraves à l'essor de l'élevage porcin existent dans le nord. Il s'agit notamment des pathologies parasitaires externes (poux, gales, etc.) et internes (helminthoses, etc.) et surtout nutritionnelles qui entraînent des mortalités de 30 à 42 p. 100 chez les porcelets avant l'âge d'un mois (1).

De plus, comme le montrent les tableaux I et II, les porcs sont élevés dans des conditions hygiéniques déplorables : 32,9 et 53,6 p. 100 des exploitations porcines visitées respectivement au Cameroun et au

Tableau I

Systèmes d'élevage dans les régions de l'enquête

Régions	Elevages enquêtés		Elevages en divagation permanente			Elevages en divagation saisonnière			Elevages en claustration permanente		
	NEI	NPo	NEI	NPo	% EI	NEI	NPo	% EI	NEI	NPo	% EI
Mayo-Danay (Cameroun)	70	1 083	26	525	37,1	38	460	54,3	6	98	8,9
Mayo-Kebbi (Tchad)	56	982	31	463	55,4	25	519	44,6	0	0	0

NEI : nombre d'élevages ; NPo : nombre de porcs ; % EI : pourcentage d'élevages

Tableau II

Niveaux hygiéniques et sanitaires dans les exploitations porcines

Régions	Total exp. enquêtées	Exp. avec latrines	Lieux de la défécation	
			Porcherie	Autres *
		Nb. (%)	Nb.	Nb. (%)
Mayo-Danay (Cameroun)	70	57 (67,1)	0	23 (32,9)
Mayo-Kebbi (Tchad)	56	26 (46,4)	0	30 (53,6)

Exp : exploitations

* Champs, environs des habitations, touffes d'arbustes qui longent les pistes du bétail, etc.

Tableau III

Niveau de connaissance des éleveurs du complexe taeniose-cysticercose

Régions	CExp porcines enquêtées	CExp connaissant la C porcine	CExp connaissant la relation entre T et C	CExp connaissant la C humaine
		Nb. (%)	Nb. (%)	Nb.
Mayo-Danay (Cameroun)	70	54 (77,1)	9 (12,9)	0
Mayo-Kebbi (Tchad)	56	31 (55,4)	7 (12,5)	0

CExp : chefs d'exploitations ; C : cysticercose ; T : taeniose

Tchad étaient dépourvues de latrines. Même si, contrairement à ce qui se passe dans la province de l'Ouest (18), les porcheries ne servent pas de lieux de défécations, celles-ci se font le plus souvent à l'air libre dans des endroits facilement accessibles aux porcs dont à peu près 95 p. 100 sont en divagation permanente ou saisonnière (tableau I). Les centres urbains n'échappent pas non plus à cette règle dans la mesure où il y existe des terrains vagues qui servent de lieux de défécation et où les porcs, en divagation permanente, ont l'habitude de se rassembler.

Etant donné la structure des porcheries, généralement construites en matériaux locaux peu résistants, ou le fait que les porcs sont maintenus au piquet, il est possible à ces derniers de s'échapper facilement et de divaguer. Ils sont ainsi exposés à diverses infestations dont l'infestation par les œufs de *T. solium* contenus dans les matières fécales humaines déposées à l'air libre.

En ce qui concerne le niveau de connaissance des éleveurs au sujet du complexe taeniose-cysticercose, le tableau III montre qu'il y a encore un grand effort à faire dans le domaine de l'éducation sanitaire. Bien qu'environ deux tiers des chefs d'exploitation connaissent la cysticercose porcine, il a semblé que très peu de gens se rendaient compte de sa relation avec la taeniose et la cysticercose humaine.

Cysticercose porcine

Les tableaux IV et V montrent les résultats du langage et de l'examen *post mortem*. En moyenne, 20,5 p. 100 des porcs vivants et 15,7 p. 100 des porcs abattus étaient lades. Le nombre plus faible de porcs parasités observés lors de l'inspection de viande a été dû au fait que seuls les porcs qui ont été négatifs au langage ont été abattus. Ce chiffre de 15,7 p. 100 est deux fois supérieur à

celui observé par Graber et Chailloux (8) dans la même région du Tchad et presque identique à celui d'Awa et coll. (1) dans le Nord Cameroun. En 1984-85, Zoli et coll. (18) ont trouvé une prévalence plus élevée (24,6 p. 100 au langage) dans le département de la Ménoua, même si Nguékam (12) et Pouedet (15), suite à une

Tableau IV

Prévalence de la cysticercose porcine dans les zones de l'étude (langage)

Régions	Nb. de porcs examinés	Nb. de porcs lades *	Prévalence (%)
Mayo-Danay (Cameroun)	441	68	15,4
Mayo-Kebbi (Tchad)	411	107	26,0

* 155 et 20 respectivement chez des porcs adultes (n = 566) et jeunes (n = 286)

Tableau V

Prévalence de la cysticercose porcine chez les porcs abattus (inspection de viande)

	Nb. total de porcs inspectés	Nb. de porcs infestés	Prévalence (%)
Porcs adultes	23	7	30,4
Porcs jeunes	28	1	3,6

certaines améliorations du système de l'élevage, ont montré qu'entre 1997 et 2000 la prévalence de la cysticercose porcine a sensiblement diminué dans la province de l'Ouest (respectivement 2,3 et 6,1 p. 100).

Les résultats du test Elisa pour la détection d'antigènes circulants (Ag-Elisa) (tableau VI) réalisé sur 264 porcs apparemment non infectés à l'examen clinique ont montré que 38,9 et 40,8 p. 100 étaient positifs respectivement dans le Mayo-Danay et le Mayo-Kebbi. D'après Brandt et coll. (3), cela indiquait que ces animaux étaient des porteurs de cysticercques vivants, parce que l'Ag-Elisa ne détecte pas des cysticercques morts. Ce test a une sensibilité de 84,6 p. 100 et une spécificité de 99,1 p. 100 (12). Bien que la divagation des porcs et la défécation en dehors des latrines ait été nettement plus fréquentes au Mayo-Kebbi qu'au Mayo-Danay et que, par conséquent, le taux de positifs au langage ait été plus élevé dans la première région (26 p. 100 au Mayo-Kebbi contre 15,4 p. 100 au Mayo-Danay), les séroprévalences observées dans les deux régions

Tableau VI

Séroprévalence de la cysticercose porcine (Ag-Elisa)

Régions	Nb. de sérums examinés	Nb. de sérums positifs	Séroprévalence (%)
Mayo-Danay (Cameroun)	139 *	54 **	38,9
Mayo-Kebbi (Tchad)	125	51	40,8

* 9 sérums sur 102 du Mayo-Danay ont été prélevés sur les porcs abattus, apparemment non infestés à l'inspection *ante et post mortem*

** 2 sérums sur 9 ont réagi positivement à l'analyse sérologique

BIBLIOGRAPHIE

1. AWA D.N., NJOYA A., NGO TAMA A.C., EKUE F.N., 1999. The health status of pigs in North Cameroon. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **52**: 93-98.

2. BOA M.E., BOGH H.O., KASSUKU A.A., NANSEN P., 1995. The prevalence of *Taenia solium* metacestode in pigs in northern Tanzania. *J. Helminthol.*, **69**: 113-117.

3. BRANDT J., GEERTS S., DE DEKEN R., KUMAR V., CEULEMANS F., BRIJS L., FALLA N., 1992. A monoclonal antibody based ELISA for the detection of circulating excretory-secretory antigens in *Taenia saginata* cysticercosis. *Int. J. Parasitol.*, **22**: 471-477.

4. CHAMBERS P.G., 1987. Carcass and offal condemnation of meat inspection in Zimbabwe. *Vet. J.*, **1**: 11-18.

5. DORNY P., VERCAMMEN F., BRANDT J., VANSTEENKISTE W., BERKVEN D., GEERTS S., 2000. Sero-epidemiological study of *Taenia saginata* cysticercosis in Belgian cattle. *Vet. Parasitol.*, **88**: 43-49.

6. GEERTS S., 1993. The taeniasis-cysticercosis complex in Africa. *Bull. Séances Acad. R. Sci. Outre-Mer*, **38**: 245-264.

7. GEERTS S., 1995. Cysticercosis in Africa. *Parasitol. Today*, **11**: 389.

8. GRABER M., CHAILLOUX A., 1970. Existence au Tchad de la laderrie porcine à *Cysticercus cellulosae* (Rudolphi). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **23**: 49-55.

9. MARTY P., HERZOG U., MARTY-JAUSSAN I., LE FICHOUX Y., DOUCET J., 1985. Deux cas de cysticercose observés au Cameroun. *Méd. trop.*, **45**: 83-86.

10. MARTY P., MARY C., PAGLIARDINI G., QUILICI M., LE FICHOUX Y., 1986. Courte enquête sur la cysticercose et la taeniasis à *Taenia solium* dans un village de l'Ouest-Cameroun. *Méd. trop.*, **46**: 181-183.

11. NANA-NUKECHAP M.F., GIBBS E.P.J., 1985. Socio-economic effects of African Swine Fever in Cameroon. *Trop. Anim. Health Prod.*, **17**: 183-184.

ont été comparables. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que l'Ag-Elisa détecte aussi bien les infestations légères que les massives, tandis que le langage détecte plus facilement les infestations massives. On peut donc supposer que le nombre de porcs faiblement positifs a été plus important au Mayo-Danay qu'au Mayo-Kebbi parce que, dans la première région, la divagation des porcs a été moins fréquente et, par conséquent, l'accès aux proglottis entiers de *T. solium* qui est à la base d'infestations massives.

■ CONCLUSION

Cette étude ainsi que celle de Njoya et coll. (13) menée dans la région de Garoua (province du Nord) indiquent que le Nord Cameroun et le sud-ouest du Tchad sont des régions hyperendémiques pour la cysticercose porcine. Cela s'explique par le fait que les conditions d'infestation des porcs avec les œufs de *T. solium* et des hommes par les métacestodes sont réunies dans ces régions. En effet, l'inexistence ou la rareté des latrines, même dans les centres urbains, et les défécations à l'air libre, la divagation permanente ou semi-permanente des porcs, les abattages des porcs qui se font en général à domicile et/ou dans des endroits inaccessibles aux services vétérinaires, l'inspection quasi inexistante de la viande de porcs et enfin la méconnaissance des aspects zoonotiques du parasite constituent des conditions idéales pour l'accomplissement du cycle biologique du parasite et la perpétuation de la zoonose dans les deux régions.

Remerciements

Cette étude a été faite avec le support financier de la Direction générale de la Coopération internationale, Bruxelles (Accord cadre avec l'Institut de médecine tropicale, Anvers).

12. NGUEKAM, 1998. La cysticercose porcine dans les départements de la Mifi et des Bamboutos. Thèse Master Sci., Institut de médecine tropicale, Anvers, Belgique, 41 p.

13. NJOYA A., AWA D.N., MOUSSA C., NGO TAMA A.C., CARDINALE E., EBANGI L., NGUANGUE J.M., 1996. L'élevage porcin au Nord-Cameroun : situation actuelle et possibilité d'amélioration. Rapport technique. Garoua, Cameroun, Irad, 51 p.

14. ONAH D.N., CHIEJINA S.N., 1995. *Taenia solium* cysticercosis and human taeniasis in the Nsukka area of Enugu State, Nigeria. *Ann. trop. Med. Parasitol.*, **89**: 399-407.

15. POUEDET S., 2001. La cysticercose porcine dans le Menoua (Ouest Cameroun). Thèse Master Sci., Institut de médecine tropicale, Anvers, Belgique, 41 p.

16. PREUX P.M., MELAKU Z., DRUET-CABANAC M., AVODE G., GRUNITZKY E.K., BOUTEILLE B., CRUZ M., DUMAS M., 1996. Cysticercosis and neurocysticercosis in Africa: Current status. *Neurol. Inf. Epidemiol.*, **1**: 63-68.

17. TSANG V.C., WILSON M., 1995. *Taenia solium* cysticercosis: An under recognized but serious public health problem. *Parasitol. Today*, **11**: 124-126.

18. ZOLI A., GEERTS S., VERVOORT T., 1987. An important focus of porcine and human cysticercosis in West Cameroon. In: Geerts S., Kumar V., Brandt J., Eds, Helminth zoonoses. Dordrecht, Netherlands, Martinus Nijhoff, p. 85-91.

19. ZOLI A., NGUEKAM J.P., DORNY P., GEERTS S., BRANDT J.R.A., 1998. *Taenia solium* cysticercosis in West Cameroon. In: Mukaratirwa S., Obwolo M.J., Eds, Livestock production for rural development. Proc. IXth Int. Conf. Association of Institutions of Tropical Veterinary Medicine, Harare, Zimbabwe, 14-18 September 1998, p. 571-577.

Reçu le 01.08.2001, accepté le 18.02.2002

Summary

Assana E., Zoli P.A., Sadou H.A., Nguekam, Vondou L., Pouedet M.S.R., Dorny P., Brandt J., Geerts S. Prevalence of Porcine Cysticercosis in Mayo-Danay (North Cameroon) and Mayo-Kebbi (Southwest Chad)

A study was conducted from May to October 1999 in the Mayo-Danay Department (far north of Cameroon) and Mayo-Kebbi District (southwest of Chad) to determine the prevalence of porcine cysticercosis and identify its main contributing factors. Hygienic conditions, where the population lived and pigs were reared, were very poor and contributed to heavy porcine infections by *Taenia solium* cysticerci. Out of 126 households visited, 42% did not have latrines. Pigs roaming freely or semi-freely were thus exposed to human feces laid around the habitations. The tongue inspection method to establish a clinical diagnosis showed that 20.5% of the 852 pigs harbored cysticerci. Carcass inspection at local slaughterhouses revealed that 15.7% of the 51 slaughtered pigs were infected. Out of 264 pig sera tested by ELISA for cysticercus circulating antigen detection, 105 (39.8%) were positive. The results showed that Mayo-Danay and Mayo-Kebbi were major foci of *Taenia solium* porcine cysticercosis.

Key words: Swine - *Taenia solium* - Cysticercosis - Cameroon - Chad.

Resumen

Assana E., Zoli P.A., Sadou H.A., Nguekam, Vondou L., Pouedet M.S.R., Dorny P., Brandt J., Geerts S. Prevalencia de la cisticercosis porcina en el Mayo-Danay (norte del Camerún) y el Mayo-Kebbi (suroeste del Chad)

La finalidad de un estudio llevado a cabo entre mayo y octubre de 1999, en el departamento de Mayo-Danay (extremo norte del Camerún) y en la prefectura de Mayo-Kebbi (suroeste del Chad), fue la de determinar la prevalencia de la cisticercosis porcina y la de identificar los principales factores que la favorecen. Se mostró que las condiciones higiénicas en las cuales vive la población, así como las de la producción de cerdos fueron muy mediocres, con consecuencias como infestaciones masivas de la población porcina por cisticercos de *Taenia solium*. En efecto, 42% de las 126 explotaciones visitadas no poseían letrinas y los cerdos, vagando semi permanente o permanentemente, tenían acceso fácil a las materias fecales humanas dispersas en los alrededores de las casas. El diagnóstico clínico realizado mediante el método lingual (*langueyage*) mostró que 20,5% de los 852 cerdos vivos examinados eran portadores de cisticercos. La inspección de las carcasas, llevada a cabo en los mataderos locales, reveló que 15,7% de los 51 cerdos sacrificados fueron granujientos. De los 264 sueros de cerdos sometidos al test Elisa para la detección de antígenos circulantes de cisticercos, 105 (39,8%) fueron positivos. Estos resultados indican que Mayo-Danay y Mayo-Kebbi son focos importantes de cisticercosis porcina por *Taenia solium*.

Palabras clave: Cerdo - *Taenia solium* - Cisticercosis - Camerún - Chad.

Formations spécialisées qualifiantes

Cirad-emvt — 2002-2003

Gestion et traitement des données zootechniques et sanitaires de suivi d'élevage

du 25 septembre au 25 octobre 2002

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

- de traiter des données d'enquête
- d'être autonomes en matière de gestion et d'analyse de données.

Cette formation est proposée en deux modules pouvant être suivis séparément : Module 1, gestion des données ; Module 2, traitement statistique de données zootechniques et sanitaires

Les logiciels LASER et R utilisés lors de la formation seront remis aux participants.

Frais d'inscription : Module 1 : 1 370 € ; Module 2 : 1 370 €

Méthodologie de l'épidémiologie

du 29 octobre au 29 novembre 2002

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

- de concevoir et d'organiser un réseau d'épidémiologie
- de concevoir et de mettre en place des actions d'épidémiologie
- 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 d'épidémiologie.

Frais d'inscription : 1 830 €

Gestion et traitement de données appliqués à l'épidémiologie

du 02 au 20 décembre 2002

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'épidémiologie
- 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 €

Faune sauvage et développement

mars 2003 (2 semaines)

Pour prendre en compte la dimension faune sauvage dans la planification et la mise en œuvre des activités de développement rural, à l'issue du stage les participants seront capables :

- d'identifier les outils et les méthodes de gestion et de conservation de la faune sauvage qui sont utilisables dans le contexte local
- de décrire les principaux systèmes de valorisation de la faune sauvage
- d'analyser les interactions entre faune et activités humaines.

Frais d'inscription : 915 €

Aquaculture tropicale

mars 2003 (2 semaines)

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

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

Frais d'inscription : 915 €

Qualité et hygiène des denrées alimentaires d'origine animale en régions chaudes

avril 2003 (4 semaines)

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

- de contribuer à la mise en place d'un contexte législatif et réglementaire compatible avec les normes internationales, en particulier celles de l'Union européenne
- de proposer des mesures visant à renforcer la fiabilité des services officiels de contrôle
- de conseiller les entreprises du secteur agroalimentaire dans le domaine de l'assurance de la sécurité des aliments ainsi que de l'analyse et de la gestion du risque.

Frais d'inscription : 1 830 €

Cours international de pathologie et production des ovins et caprins (Cippoc)

avril 2003 (3 semaines)

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

- de comprendre le fonctionnement de systèmes locaux de production ovine et caprine
- d'en déterminer les conditions de développement et de proposer des mesures propres à le favoriser
- d'en détecter les faiblesses et d'identifier les principaux facteurs de blocage économique et technique.

Frais d'inscription : 2 515 €

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 (coordonnées ci-dessous)

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

Caractérisation de la race bovine Somba à l'aide de marqueurs moléculaires

K. Moazami-Goudarzi ^{1*} D.M.A. Belemsaga ²
G. Ceriotti ³ D. Laloë ⁴ F. Fagbohoun ⁵
N'T. Kouagou ⁶ I. Sidibé ² V. Codjia ⁷
M.C. Crimella ³ F. Grosclaude ¹ S.M. Touré ²

Mots-clés

Bovinae - Somba - Zébu - Polymorphisme génétique - Microsatellite - Phylogénie - Afrique occidentale.

Résumé

Le polymorphisme de quatre catégories de marqueurs du génome — 11 systèmes de groupes sanguins, 5 locus des protéines du lait, 2 locus de protéines sanguines et 33 microsatellites, soit au total 51 locus — a été analysé dans quatre populations ou « races » bovines d'Afrique de l'Ouest : les races taurines Somba et Lagunaire, la population de zébus Peuls soudanais et la population Borgou, qui provient du métissage entre taurins et zébus, en vue de caractériser le polymorphisme de la race Somba et d'évaluer sa distance génétique avec les trois autres populations, notamment la race Lagunaire avec laquelle elle présente une forte ressemblance phénotypique. Quelles qu'aient été les catégories de marqueurs ou les méthodes utilisées, les quatre populations se sont séparées nettement les unes des autres. Au niveau des groupes sanguins, les différences les plus nettes ont été observées entre les taurins et les zébus, notamment dans les systèmes A, B et S. On a retrouvé par ailleurs chez les zébus la forte fréquence des allèles Alb^S et Hb^B, ainsi que la prédominance bien connue de l'haplotype α_{s1} -Cn^C, β -Cn^{A2}, κ -Cn^A qui contraste avec celle de l'haplotype α_{s1} -Cn^B, β -Cn^{A1}, κ -Cn^B chez les taurins africains. Au niveau des microsatellites, l'analyse factorielle des correspondances a souligné le rôle discriminant de l'allèle ETH 225¹³⁹, dont la fréquence a été très élevée chez la race Somba, et celui des allèles Hel 13¹⁸² et INRA 037¹¹⁴ qui ont paru spécifiques respectivement des zébus et de la race Lagunaire. Les fréquences de ces allèles dans la population Borgou ont été sensiblement intermédiaires entre celles des zébus et celles des taurins. Dans le cadre d'une démarche visant à établir dans quelle mesure la connaissance du génotype d'un animal aux 33 marqueurs microsatellites permettait d'identifier sa population d'origine, une proportion de 97 p. 100 d'animaux bien classés a été obtenue, les erreurs de classement s'étant limitées à des zébus incorrectement qualifiés de Borgou et vice versa.

■ INTRODUCTION

Les premiers bovins domestiques ayant peuplé l'Afrique ont été des animaux sans bosse, introduits dans ce continent par l'Égypte, à partir de populations originaires d'Asie du Sud-Ouest. Ces taurins appartenaient à deux grands groupes : des animaux à cornes

longues, déjà présents en Égypte 5 000 ans avant J.-C., et des animaux à cornes courtes, arrivés environ 2 000 ans avant J.-C. La présence de bovins à bosse provenant du Moyen-Orient a été attestée en Égypte dès le Nouvel Empire (environ 1 500 ans avant J.-C.), mais l'expansion du zébu en Afrique s'est faite bien plus tard, avec l'invasion arabe (vers l'an 700 de l'ère chrétienne). Mieux adaptés aux conditions arides, les zébus se sont implantés, souvent par métissage, à la place des populations taurines préexistantes. Toutefois, en Afrique de l'Ouest, les taurins ont pu se maintenir dans les zones humides infestées par les glossines grâce à leur trypanotolérance, aptitude dont les zébus sont dépourvus. Néanmoins, un certain degré de métissage avec les zébus est décelable dans bon nombre de populations taurines (19) et les zébus continuent à gagner du terrain sur les taurins compte tenu de l'évolution des écosystèmes.

On retrouve dans l'Afrique de l'Ouest actuelle les deux types taurins mentionnés ci-dessus (figure 1). Le type à cornes longues n'est représenté que par la race N'Dama (le terme de race est utilisé dans

1. Laboratoire de Génétique biochimique et de cytogénétique, Inra, 78352 Jouy-en-Josas Cedex, France

2. Cirdes, 01 BP 454, Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso

3. Istituto Zootechnica, via G. Celoria 10, 20133 Milano, Italia

4. Station de Génétique quantitative et appliquée, Inra, 78352 Jouy-en-Josas Cedex, France

5. Laboratoire vétérinaire Bohicon, BP 2069, Bénin

6. BP 114, Sokodé / BP 91, Acavet, Niantougou, Togo

7. Direction de l'Élevage, BP 03-2900, Cotonou, Bénin

* Auteur pour la correspondance

Tél : +33 (0)1 34 65 25 72 ; fax : +33 (0)1 34 65 24 78 ; goudarzi@jouy.inra.fr

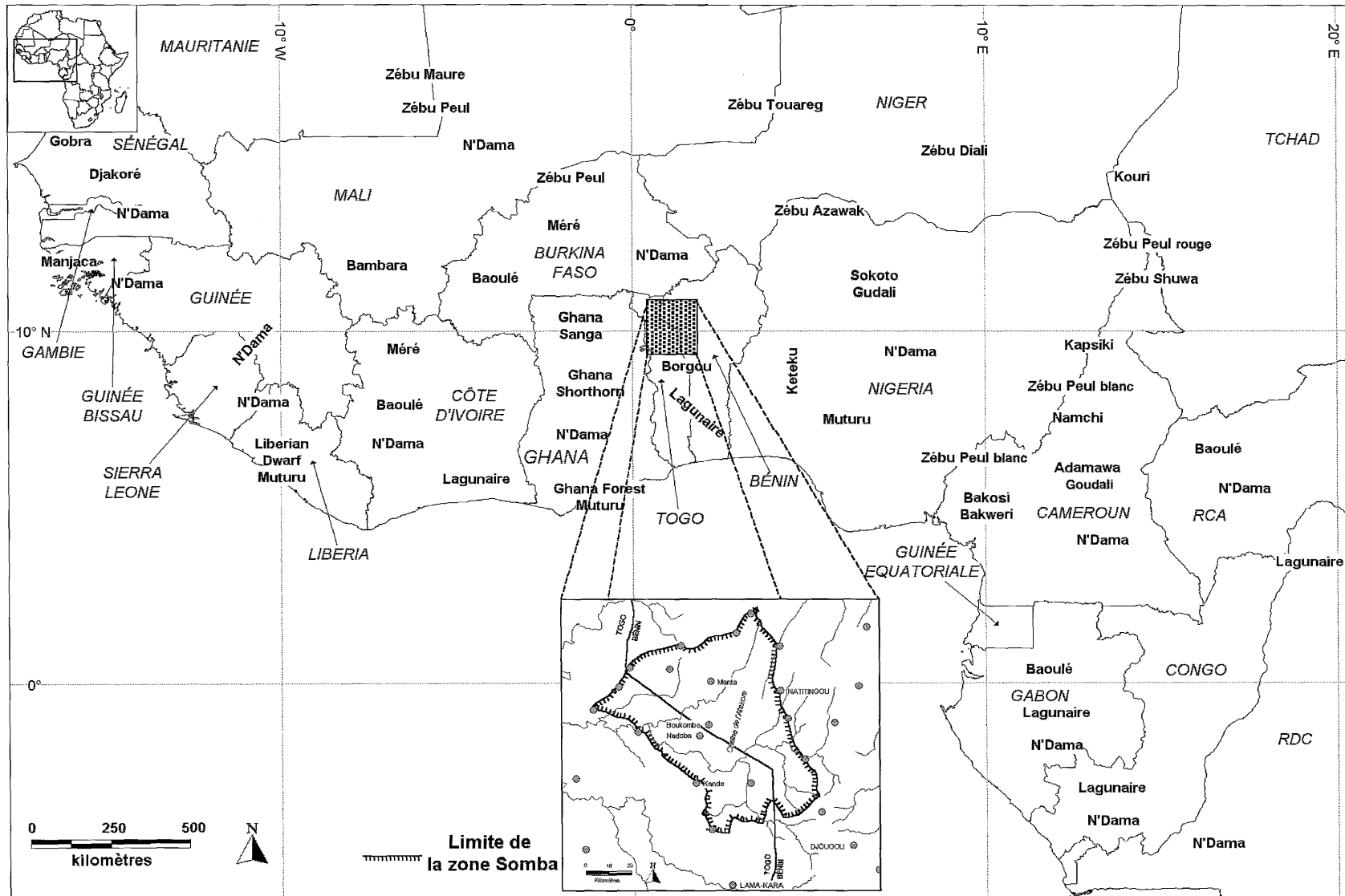


Figure 1 : répartition des principales races de bovins en Afrique occidentale et centrale et zone d'intervention.

cet article même s'il ne recouvre pas les mêmes réalités qu'en Europe) qui, compte tenu de ses meilleures aptitudes zootechniques, s'est largement répandue au-delà de son berceau, la Guinée, et représente environ la moitié des effectifs taurins de la zone (34). Les taurins à cornes courtes se répartissent en une douzaine de races différentes, classées en deux grands groupes : les races naines (hauteur au garrot : 80 à 90 cm) qui se rencontrent surtout dans les milieux humides, les forêts et les zones côtières, et les races de savane (hauteur au garrot : 90 à 110 cm). Selon Rege et coll. (34), deux races prédominent largement, avec des effectifs estimés à 600 000-870 000 têtes, la race Baoulé et la race Shorthorn du Ghana, qui appartiennent toutes deux au type de savane. A l'opposé, plusieurs races (Bakweri, Bakosi, Kapsiki, Namchi et Liberian Dwarf Muturu) ne comptent plus qu'un à quelques milliers de têtes.

La race Somba, qui se rattache au type de savane, se rencontre dans un territoire recouvrant le nord-ouest du Bénin (région Tammari) et le nord-est du Togo (région Tamberma) (figure 1). Les éleveurs l'utilisent généralement pour la culture attelée, mais elle a surtout fait l'objet d'une exploitation du type « cueillette », les animaux étant utilisés en paiement de dots ou abattus à l'occasion de cérémonies rituelles animistes. Ses effectifs estimés ont chuté d'environ 75 000 en 1977 à 26 000 en 1997, par suite d'une mauvaise gestion des troupeaux (abattages des animaux les plus performants) et surtout du fait de croisements de plus en plus fréquents avec les zébus, notamment dans les troupeaux de Peuls, où cohabitent des zébus, des animaux Somba et leurs produits de croisement.

Cette chute d'effectifs, si elle persistait, condamnerait la race à plus ou moins brève échéance. Cette étude s'est inscrite dans le cadre d'un projet européen visant à faire le point sur l'environnement, les aptitudes zootechniques et l'originalité génétique de cette race, afin d'étudier la pertinence d'une politique de préservation. Elle a eu pour objectif la caractérisation de la race Somba et l'analyse de ses relations avec des populations voisines à l'aide de marqueurs moléculaires polymorphes.

■ MATERIEL ET METHODES

Echantillonnages

Les quatre races retenues dans cette étude ont été les races taurines Somba et Lagunaire, la race du zébu Peul soudanais et la race Borgou qui est une race métisse (zébu x Lagunaire ou zébu x Somba). Les prélèvements d'échantillons individuels de lait et de sang ont été effectués de mai 1997 à avril 2000 dans des troupeaux privés. Compte tenu des contraintes du terrain, les deux types de prélèvements ont été souvent obtenus à partir d'animaux différents. La collecte a porté, au total, sur 281 échantillons de lait (93 Somba, 172 Lagunaires, 16 Borgou) et sur 883 prises de sang destinées à l'analyse des groupes sanguins (478 Somba, 109 Lagunaires, 98 Borgou, 198 zébus Peuls soudanais). Par ailleurs, 201 de ces échantillons de sang (50 Somba, 51 Lagunaires, 50 Borgou, 50 zébus Peuls soudanais) ont servi au typage des microsatellites.

Taurins Somba

Les animaux de cette étude ont été prélevés dans le berceau de la race. Les trois quarts provenaient du Bénin et les autres du Togo. Au Bénin, les animaux ont été prélevés chez une trentaine de propriétaires de la sous-préfecture de Boukoubé. Au Togo, les animaux ont été prélevés chez une dizaine de propriétaires du canton de Nadoba. Le nombre d'animaux prélevés par propriétaire a varié de 1 à 5.

Taurins Lagunaires

Les animaux provenaient de 17 propriétaires de la région de Porto Novo au Bénin. Le nombre d'animaux prélevés par propriétaire a varié de 1 à 5.

Zébus Peuls soudanais

Les échantillons de sang provenaient de cinq propriétaires de la région de Malanville au Bénin. Le nombre d'animaux prélevés par propriétaire a varié de 7 à 14. Les données concernant le polymorphisme des lactoprotéines du zébu Peul soudanais ont été celles de Mahé et coll. (21). Les échantillons de lait provenaient de troupeaux privés situés aux alentours de Bobo-Dioulasso au Burkina Faso.

Borgou

Les animaux provenaient de cinq propriétaires du département du Borgou au Bénin. Le nombre d'animaux prélevés par propriétaire a varié de 5 à 20.

Systèmes génétiques polymorphes

Un total de 51 marqueurs génétiques ont été analysés, incluant 5 locus de protéines du lait, 2 locus de protéines du sang, 11 systèmes de groupes sanguins érythrocytaires et 33 marqueurs microsatellites.

Protéines du lait

Les techniques d'analyses des caséines α_{s1} , β et κ , de l' α -lactalbumine (α -La) et de la β -lactoglobuline (β -Lg) ont été décrites par Mahé et Grosclaude (20).

Protéines du sang

Le polymorphisme des protéines sanguines a été analysé par électrophorèse horizontale en gel d'acétate de cellulose [albumine sérique (Alb), hémoglobine (Hb)]. Les techniques ont été décrites par Queval et Petit (31) et Queval et Bambara (29).

Groupes sanguins

Les 11 systèmes de groupes sanguins érythrocytaires connus chez les bovins (A, B, C, F, J, L, M, S, Z, R', T') ont été analysés par iso-hémolyse (14). Dans les études antérieures, le polymorphisme des deux systèmes de groupes sanguins les plus complexes, les systèmes B et C, vraisemblablement codés par plusieurs gènes étroitement liés, avaient été simplifiés et ramenés à ce qui pouvait être assimilé à de véritables séries alléliques (13, 30). C'est ainsi que le système B avait été réduit aux six allèles obtenus en regroupant les phénotypes (haplotypes) comportant respectivement les facteurs antigéniques G_1 , I_1 , K, P, T et J'', et à un septième allèle regroupant les phénotypes résiduels. Dans les races étudiées dans le présent travail, l'allélisme de certains de ces facteurs n'est pas toujours vérifié. Toutefois, pour permettre les comparaisons avec les études antérieures, les fréquences retenues ont été celles des facteurs G_1 , I_1 , K, P, T et J'', et celle de l'allèle résiduel négatif. Le système C a été réduit aux quatre allèles obtenus par regroupement des phénotypes comportant respectivement les facteurs antigéniques C_1 , C_2 , C''_1 et C''_2 ; un cinquième allèle, négatif pour ces quatre facteurs antigéniques et déjà identifié par Queval et coll. (30), a été observé et retenu chez la race Lagunaire (allèle « négatif »).

Les 65 allèles pris en compte pour les systèmes de groupes sanguins et les protéines du sang et du lait sont présentés dans le tableau I.

Microsatellites

Dans cette étude 33 marqueurs microsatellites ont été utilisés : INRA 063, INRA 005, ETH 225, IISTS 005, HEL 5, HEL 1, INRA 035, ETH 152, INRA 023, ETH 10, HEL 9, CSSM 66, INRA 032, ETH 3, BM 2113, BM 1824, HEL 13, INRA 037, BM 1818, ILSTS 006, MM 12, CSRM 60, ETH 185, HAUT 24, HAUT 27, TGLA 227, TGLA 126, TGLA 122, TGLA 53,

Tableau I

Allèles détectés pour les systèmes de groupes sanguins, les protéines du sang et les lactoprotéines

Allèles	Groupes érythrocytaires											Protéines								
	A	B	C	F	J	L	M	S	Z	R'	T'	Al	Hb	α_{s1} -Cn	β -Cn	κ -Cn	α -La	β -Lg	Total	
AZ' (G ₁)	(G ₁)	(C ₁)	F	J	L	M1	SH'	Z	R'	T'		A	A	B	A ¹	A	A	A		
A	(I ₁)	(C ₂)	V	-	-	M'	SS''H'	-	-	-		B	B	C	A ²	B	B	B		
-	(K)	(C' ₁)	-	-	-	-	SS''U''H'							X	B					
	(P)	(C' ₂)					S''UH'													
	(T)	(-)					UH''H'													
	(J'')						UH''S''H'													
	(-)						UH'													
							U' ₀ U''													
							H'													
							U' _{1,2}													
							U' _{1,2} U''													
							U' ₂													
							U' ₂ U''													
							H''H'													
							S''H'													
							U' ₀													
							U''H'													
							H''U''H'													
Nb. d'allèles	3	7	5	3	2	2	3	18	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	65

RESSOURCES ANIMALES

SPS 115, INRA κ ; INRA 016, INRA 072. Les 30 premiers marqueurs sont ceux de la liste de référence internationale. Les trois derniers ont été choisis pour relier les quatre populations de l'étude aux études précédentes de Moazami-Goudarzi et coll. (24) et de Souvenir Zafindrajaona et coll. (39). Le choix de ces marqueurs a été effectué en fonction, d'une part, de leurs caractéristiques techniques (bonne aptitude à l'amplification et interprétation aisée des typages) et, d'autre part, de leurs caractéristiques génétiques (nombre d'allèles, localisation et répartition dans le génome). L'analyse regroupant les races françaises et africaines a été effectuée sur un total de neuf microsatellites (INRA 063, INRA 005, ETH 225, INRA 035, ETH 152, INRA 032, INRA κ , INRA 016, INRA 072). L'extraction d'Adn génomique a été effectuée selon le protocole de Jeanpierre (15). Les séquences des amorces des microsatellites et les modalités de détermination des génotypes par électrophorèse en gel de polyacrylamide-urée après Pcr en présence d'amorces fluorescentes sont décrites dans la base de données intitulée Cattle Diversity Database (<http://www.ri.bbsrc.ac.uk/cdiv>) et dans Moazami-Goudarzi et coll. (24).

Traitement des données

Calcul des fréquences alléliques

Pour les systèmes génétiques à allèles codominants, les fréquences alléliques ont été établies par comptage direct. Pour les locus bialléliques comportant un allèle négatif, les fréquences alléliques ont été estimées par la méthode de la racine carrée et, pour les systèmes complexes, par la méthode d'itération de Ceppellini et coll. (5).

Test du rapport de vraisemblance

L'hypothèse d'égalité de fréquences alléliques par race et par marqueur a été testée par le test du rapport de vraisemblance avec la procédure Freq du progiciel SAS (36).

Taux d'hétérozygotie

Le taux d'hétérozygotie théorique non biaisé H a été calculé d'après Nei (26) à l'aide du programme Genepop (version 3.1) (33).

Equilibre de Hardy-Weinberg

La conformité de la structure des populations à l'équilibre de Hardy-Weinberg a été vérifiée par un test exact à l'aide du programme Genepop (version 3.1) (33).

F-statistique

La structuration des populations a été analysée par le calcul des trois coefficients F_{IS} , F_{ST} et F_{IT} (41). Ces différents coefficients sont utilisés pour désigner la variabilité génétique aux niveaux des individus (I), des sous-populations (S) et de la population totale (T). Le programme Genepop (version 3.1) (33) a été utilisé pour effectuer ces calculs.

Analyse factorielle des correspondances

L'analyse factorielle des correspondances (Afc) (16, 17) est un procédé d'analyse multidimensionnelle analogue à l'analyse des composantes principales, mais adaptée à l'étude des liaisons entre deux ou plusieurs variables qualitatives. La méthode présentée ici est une analyse sur tableaux juxtaposés de contingence (18).

Revue Elev. Méd. vét. Pays trop., 2001, 54 (2) : 129-138

L'analyse des correspondances s'effectue sur un tableau particulier, formé de tableaux de contingence accolés. Les lignes du tableau correspondent aux races et les colonnes aux allèles. Cette analyse est équivalente à une analyse des correspondances multiples « race - systèmes alléliques » où les différents systèmes génétiques sont indépendants (17). Le principal intérêt de la méthode est de représenter les races par un système de points situés dans un espace euclidien, ce qui permet la visualisation des regroupements des races. De plus, elle autorise une représentation simultanée des races et des allèles. Ces points peuvent être projetés sur les différents axes et plans factoriels, en bénéficiant de tous les outils d'aide à l'interprétation (pourcentage d'inertie, contributions à la construction de l'axe, qualité de la projection sur les axes, etc.) qu'offre ce type d'analyse.

Cette méthode peut également s'utiliser dans un contexte de discrimination ou d'affectation : la race est au milieu du nuage de points représentant les individus. Dans ce contexte, cette méthode est appelée « analyse discriminante barycentrique » (17). Ces analyses ont été réalisées avec le progiciel SAS (procédure Corresp). Théoriquement, quel que soit le contexte d'utilisation (typologie des races, discrimination ou affectation des animaux), la méthode conduit aux mêmes résultats. Néanmoins, la gestion des données manquantes est différente selon le contexte et les animaux qui ne sont pas typés pour l'ensemble des marqueurs ne peuvent être inclus dans l'analyse discriminante barycentrique, alors qu'ils le sont dans le premier type d'analyse.

Calcul des distances génétiques

Les deux distances génétiques, dont l'emploi est préconisé par Takezaki et Nei (40), ont été utilisées pour quantifier la dissemblance globale entre les races : la distance de Cavalli-Sforza et Edwards (4), ou D_C , et la distance standard de Nei (25), ou D_S . Les calculs ont été effectués à l'aide du logiciel Phylip (12).

Construction des phénogrammes

La représentation arborée de *neighbor-joining* (35) et l'algorithme dit « du lien moyen » (*Upgma*) (38) ont été utilisés pour construire les phénogrammes à partir de la matrice des distances. La robustesse des arbres a été analysée par la méthode du *bootstrap* (7, 11). Après 500 ré-échantillonnages des marqueurs, un arbre de consensus majoritaire permettant de visualiser les concordances a été construit (23). Les calculs ont été effectués à l'aide du logiciel Phylip (12).

Affectation

Pour déterminer la race des individus à partir de leur génotype à un ensemble de locus, deux méthodes de discrimination, ou d'affectation, ont été appliquées. Ces deux méthodes sont fondées sur le maximum de vraisemblance.

La méthode des fréquences (27) calcule en fonction du génotype de chaque individu sa probabilité d'appartenance aux différentes races et l'affecte à la race pour laquelle cette probabilité est maximale. Les locus sont supposés être indépendants et les populations être à l'équilibre de Hardy-Weinberg.

La deuxième méthode (32) utilise une approche bayésienne. Les vraisemblances d'appartenance des individus aux populations sont calculées en utilisant une distribution *a priori* uniforme des fréquences alléliques.

Ces deux méthodes ont été appliquées avec la procédure du *leave one out*. Cette procédure ne tient pas compte de l'animal à affecter pour calculer les paramètres des populations.

Le jeu de données a porté sur 201 animaux (50 Somba, 51 Lagunaires, 50 Borgou, 50 zébus Peuls Soudanais) dont le génotype aux 33 microsatellites était connu. Les calculs ont été effectués à l'aide du programme GeneClass (6).

■ RESULTATS ET DISCUSSION

Le test du rapport de vraisemblance a conclu à l'inégalité des fréquences alléliques entre races, quel qu'ait été le marqueur analysé, à un niveau de significativité inférieur à 1 p. 100. Les races étudiées étaient donc statistiquement différentes.

En ce qui concernait les groupes sanguins, les principales différences entre taurins et zébus ont été observées au niveau des systèmes A, B et S. Dans le système A, a été retrouvée chez les taurins la très forte prédominance, déjà signalée par Braend (3), de l'allèle A dont la fréquence a varié de 0,92 à 1 selon les échantillons considérés, alors que ce système a été franchement polymorphe chez les zébus (fréquence de l'allèle AZ' de l'ordre de 0,1 à 0,15 et fréquence de l'allèle « négatif », ou « a », de l'ordre de 0,30 à 0,50). On peut considérer la fréquence très élevée de l'allèle A chez les taurins comme une attestation du prolongement en Afrique du gradient de fréquence observé par Grosclaude et coll. (13) chez les races ouest-européennes, la fréquence de cet allèle augmentant du nord vers le sud. Dans le système B, la somme des fréquences des allèles comportant les antigènes de référence (G_1 , I_1 , K, P_2 , T', J') a été nettement plus élevée chez les zébus (0,5 à 0,7) que chez les taurins, où elle n'a atteint que 0,2 dans la population Somba et seulement 0,01 (valeur exceptionnellement basse) dans la population Lagunaire. Dans le système S, enfin, la fréquence de l'allèle U' a été nettement plus élevée chez les taurins (0,36 à 0,57) que chez les zébus (environ 0,10), cet écart ayant été notamment compensé par une fréquence plus élevée de l'allèle H' chez les zébus. En ce qui concernait les protéines du sang, a été retrouvée chez les zébus la forte fréquence des allèles Alb^S et Hb^B déjà mise en évidence par la synthèse de Baker et Manwell (2) et le travail de Queval et coll. (30). Enfin, les observations faites sur le polymorphisme des caséines ont concordé avec celle de Mahé et coll. (21), l'haplotype α_{s1} -Cn^B, β -Cn^{A1}, κ -Cn^B prédominant nettement chez les taurins africains (tableau II), par opposition à l'haplotype α_{s1} -Cn^C, β -Cn^{A2}, κ -Cn^A majoritaire chez les zébus (21). Ces résultats confirment une fois de plus que les gènes des caséines font partie des marqueurs permettant une bonne discrimination entre *Bos taurus* et *Bos indicus*, même si les différences de fréquences entre les deux sous-espèces ne sont pas aussi accusées que pour d'autres marqueurs (figure 2).

Tous les microsatellites ont été polymorphes chez les quatre races (tableau III). Le nombre total d'allèles par race a été compris entre 156 pour la race Lagunaire et 280 pour la race Borgou. Il a atteint 337 pour l'ensemble des races. L'examen des fréquences alléliques a révélé des profils de répartition très différents suivant les microsatellites et les races. Pour certains marqueurs, des allèles ont été très fréquents chez une race et pratiquement absents chez les autres. Soixante-six allèles n'ont été détectés que dans une seule des quatre races étudiées, mais la fréquence de ces allèles « privés » a toujours été inférieure à 5 p. 100. Sur les 337 allèles détectés, 144 (43 p. 100) ont eu une fréquence inférieure à 5 p. 100 et 39 ont eu des fréquences très différentes, d'une part, entre les taurins et, d'autre part, entre les zébus et les Borgou. C'est le cas de l'allèle 107 du microsatellite Hel 1 qui a atteint une fréquence de 56 p. 100 chez le zébu Peul soudanais, de 24 p. 100 chez le Borgou et qui n'a pas été détecté chez les taurins Somba et Lagunaire. Les fréquences alléliques du Borgou se sont généralement situées entre celles du zébu et des taurins (par exemple, l'allèle 185 du microsatellite CSSM 66 a eu une fréquence de 70 p. 100 chez les Lagunaires, de 49 p. 100 chez les Somba, de 35 p. 100 chez les Borgou et de 25 p. 100 chez les zébus).

Le taux d'hétérozygotie par race a varié entre 0,54 pour la race Lagunaire et 0,73 pour la race Borgou (tableau III). Ces résultats ont concordé avec ceux de MacHugh et coll. (19) qui, en se

Tableau II

Fréquences alléliques aux locus des cinq lactoprotéines et haplotypiques aux locus α_{s1} -, β -, κ -Casein

Fréquences alléliques		Somba (93)	Lagunaire (172)	Borgou (16)
α_{s1} -Cn	B	0,87	0,92	0,53
	C	0,13	0,08	0,44
	X	0	0	0,03
β -Cn	A ¹	0,64	0,57	0,25
	A ²	0,36	0,43	0,75
	B	0	0	0
	D	0	0	0
κ -Cn	A	0,25	0,42	0,59
	B	0,75	0,58	0,41
	J	0	0	0
α -La	A	0,01	0,07	0,19
	B	0,99	0,93	0,81
β -Lg	A	0,23	0,42	0,13
	B	0,77	0,58	0,87

Haplotypes	Somba	Lagunaire
BA ¹ A	1	0,04
BA ¹ B	0,54	0,52
BA ² A	0,08	0,3
BA ² B	0,15	0,05
BA ² J	0	0
BBA	0	0
BBB	0	0
BDB	0	0
CA ¹ A	0	0,01
CA ¹ B	0	0
CA ² A	0,08	0,07
CA ² B	0,05	0,01

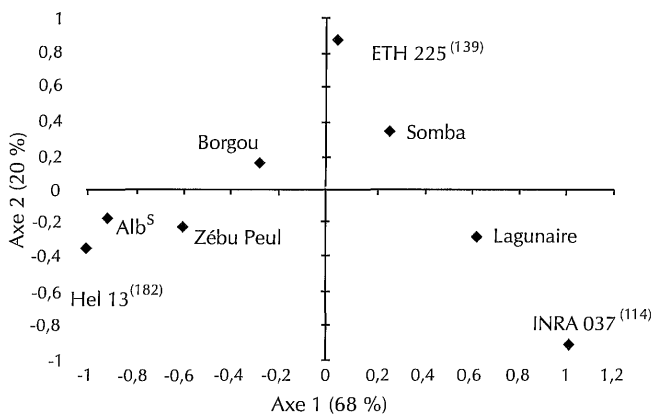


Figure 2 : analyse factorielle des correspondances (groupes sanguins, protéines du sang et du lait et 33 microsatellites).

fondant sur l'analyse du polymorphisme de 20 microsatellites, ont obtenu des taux d'hétérozygotie de 0,63 pour les zébus d'Afrique de l'Ouest et de 0,54 pour le N'Dama.

Le taux d'hétérozygotie par microsatellite a varié de 0,37 (SPS 115, INRA κ à 0,87 (BM2113), avec une valeur moyenne de 0,71. Ces résultats sont du même ordre de grandeur que ceux de Schmid et coll. (37) qui, sur la base des 30 microsatellites de la liste internationale, obtiennent pour cinq races bovines suisses un taux d'hétérozygotie de 0,70.

D'après les résultats des statistiques de F, 11,4 p. 100 de la variation génétique totale (F_{ST}) s'expliquaient par des différences entre races et 88,6 p. 100 par des différences au sein d'une même race. Chez les races européennes, ces différences entre races sont généralement plus faibles puisque le degré de différenciation génétique des sous-populations (F_{ST}) varie de 7 à 10 p. 100 (19, 24, 36).

Sur 132 tests, 16 écarts significatifs ($P < 0,01$) à l'équilibre de Hardy-Weinberg ont été détectés. Ils concernaient les quatre races analysées et 11 microsatellites (tableau III). Ces déséquilibres pou-

vaient s'expliquer par l'existence vraisemblable d'un certain degré de consanguinité dans ces populations à faible effectif. D'autres hypothèses peuvent être avancées, sans pouvoir être vérifiées, comme la proximité de microsatellites avec des gènes sélectionnés ou encore la présence de microsatellites dans des régions en déséquilibre de liaison dans le génome bovin (9).

L'analyse factorielle des correspondances effectuée sur l'ensemble des 51 marqueurs sépare les quatre races (figure 2). Le premier axe, qui rend compte de 68 p. 100 de l'inertie, oppose taurins et zébus. Au vu de la position du Borgou, entre le zébu et le Somba et plus éloignée du Lagunaire, on peut supposer que cette population est issue de croisements entre le zébu et le Somba. Les allèles contribuant le plus à la construction de cet axe sont l'allèle S de l'albumine et l'allèle 182 du microsatellite HEL 13. La fréquence de ces allèles chez le Borgou se situe entre celle des zébus et celle des taurins. Leur contribution est dix fois plus élevée que la contribution moyenne des allèles.

Le deuxième axe, qui rend compte de 20 p. 100 de l'inertie, distingue le Lagunaire du Somba. Les allèles contribuant le plus à la construction de cet axe sont l'allèle 139 du microsatellite ETH 225 et l'allèle 114 du microsatellite INRA 037 qui est présent quasi exclusivement chez la race Lagunaire. Leur contribution est également dix fois plus élevée que la contribution moyenne des allèles.

Pour vérifier si chacun des 51 marqueurs structure ces quatre populations de façon identique, des Afc ont été effectuées en les considérant individuellement. Mis à part les trois systèmes T⁺, ETH 3 et SPS 115, la même typologie, caractérisée par une position intermédiaire du Borgou entre le zébu et les taurins, a été observée. Ces résultats ont montré une bonne robustesse de la représentation moyenne.

Des analyses supplémentaires ont été réalisées en considérant deux sous-ensembles de marqueurs, les 33 microsatellites d'une part, les protéines et les groupes sanguins d'autre part. La même typologie a été retrouvée dans les deux cas.

L'Afc effectuée en considérant chaque animal comme une entité distincte montre une claire différenciation des animaux selon leur

Tableau III

Nombre d'allèles (N), taux d'hétérozygotie théorique non biaisé (H), écart aux proportions de Hardy-Weinberg (HW) et F-statistique par race et par microsatellite

Locus	Somba			Lagunaire			Zébu			Borgou			Total	
	N	H	HW*	N	H	HW*	N	H	HW*	N	H	HW*	N	H
BM 1818	6	0,82		6	0,68	0,006	9	0,84		9	0,81		9	0,83
BM 1824	5	0,54		3	0,30		5	0,77		6	0,73		8	0,64
BM 2113	7	0,75		7	0,73		9	0,83		9	0,86		12	0,87
TGLA 53	10	0,79		9	0,74		13	0,84		15	0,89		18	0,86
TGLA 122	8	0,54		5	0,62		8	0,65		12	0,67		14	0,72
TGLA 126	7	0,76		5	0,49		8	0,74		7	0,78		8	0,75
TGLA 227	10	0,83		6	0,66		8	0,62		10	0,83		12	0,83
HEL 1	5	0,43		5	0,48		6	0,64		6	0,70		7	0,67
HEL 5	6	0,72		5	0,73		7	0,75	0,000	8	0,80	0,004	8	0,79
HEL 9	9	0,73		4	0,66		10	0,82		11	0,88		11	0,84
HEL 13	4	0,44		3	0,45		5	0,59		6	0,67		6	0,65
ETH 3	10	0,79	0,001	5	0,75		9	0,79	0,009	9	0,78	0,001	14	0,80
ETH10	7	0,52	0,001	3	0,46		6	0,77		8	0,80		8	0,71
ETH 152	4	0,48		2	0,42		5	0,60		5	0,68		6	0,67
ETH 185	6	0,50	0,000	6	0,38		10	0,81	0,008	10	0,57		13	0,61
ETH 225	7	0,77		5	0,62		8	0,74		10	0,81		12	0,82
HAUT 24	7	0,81		8	0,75		8	0,81		8	0,81		11	0,83
HAUT 27	6	0,60		3	0,54		6	0,73		8	0,79		8	0,70
MM 12	5	0,47		6	0,33		11	0,83		13	0,82		13	0,71
ILSTS 005	4	0,54		3	0,56		5	0,73		5	0,74		5	0,69
ILSTS 006	6	0,59	0,007	4	0,65		9	0,64		8	0,70		11	0,68
INRA 005	5	0,56		5	0,46		6	0,61		4	0,62		7	0,58
INRA 016	11	0,80		4	0,61		11	0,78		10	0,76		14	0,80
INRA 023	8	0,58		4	0,47		9	0,67		9	0,77	0,004	12	0,67
INRA 032	6	0,54		2	0,02		10	0,76		10	0,76		12	0,64
INRA 035	2	0,31		3	0,52		5	0,59		5	0,42		6	0,49
INRA 037	7	0,67		7	0,73		10	0,78		7	0,82		11	0,82
INRA 063	6	0,69		6	0,72		7	0,71	0,000	6	0,57		8	0,72
INRA 072	8	0,79		4	0,68		9	0,78	0,000	13	0,87	0,000	14	0,83
INRA K	3	0,07		3	0,09		6	0,62		6	0,54		10	0,37
SPS 115	5	0,33		3	0,28		6	0,44	0,002	7	0,40		7	0,37
CSSM 66	8	0,68		4	0,45	0,007	9	0,83		11	0,81		12	0,75
CSSM 60	8	0,76		8	0,67		8	0,42		9	0,59		10	0,73
Total	216			156			261			280			337	
Moyenne	6,5	0,61		4,7	0,54		7,9	0,71		4,5	0,73		10	0,71

F-Statistique - F_{ST} : 0,114 ; F_{IS} : 0,076 ; F_{IT} : 0,174

* $P < 0,01$

race (figure 3). Seul un zébu se situe dans le nuage correspondant aux Borgou. Il s'agit du seul zébu possédant l'allèle 117 du microsatellite TGLA 126. Or, cet allèle a une fréquence de 12 p. 100 chez les Borgou et est pratiquement inexistant chez les autres races. Les méthodes d'affectation de Paetkau et coll. (27) et de Rannala et Mountain (32) ont été appliquées à l'ensemble des 201 animaux caractérisés sur les 33 microsatellites. Le pourcentage d'animaux bien classés a été de 98 p. 100 pour la première méthode et de 97 p. 100 pour la seconde. Les erreurs de classement ont concerné des animaux zébus classés comme Borgou et inversement. Les animaux Somba ont tous été correctement affectés. A l'inverse, aucun animal non Somba n'a été affecté chez cette race. Ces résultats affirment très nettement l'identité génétique de la race Somba et contredisent ainsi les travaux d'Aboagye et coll. (1). Ces auteurs se fondant sur des ressemblances morphologiques et des homologues entre fréquences alléliques de l'hémoglobine et

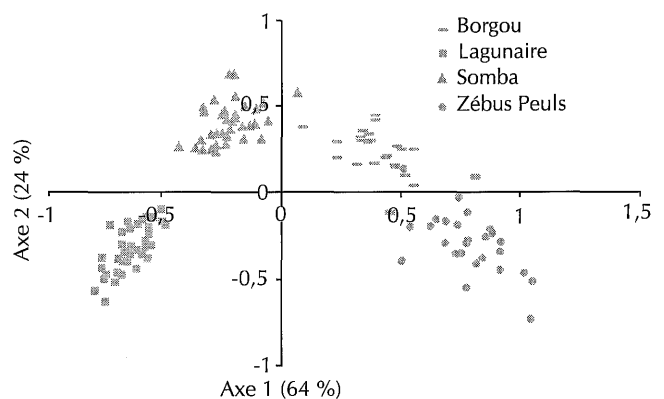


Figure 3 : analyse factorielle des correspondances à partir de 33 microsatellites. Projection des individus sur le premier plan factoriel.

de certains facteurs érythrocytaires avaient conclu à l'identité des populations Somba et Lagunaire, qui n'étaient donc censées différer que par leur localisation géographique.

Neuf microsatellites étant communs à cette étude et aux travaux antérieurs de Souvenir et coll. (39) et de Moazami-Goudarzi et coll. (24), les données des trois sources ont été regroupées afin d'étendre l'analyse à d'autres populations locales d'Afrique de l'Ouest (Kouri, N'Dama, Baoulé, zébu Malgache, zébu Choa, zébu M'Bororo) et d'Europe (Charolaise, Limousine, Vosgienne, Montbéliarde, Parthenaise, Maine-Anjou, Holstein, Normande, Bretonne Pie noire, Jersey). La même typologie a été obtenue quelle qu'ait été la distance génétique (4, 25) ou la méthode d'agrégation (*neighbor-joining*, UPGMA) utilisées.

La figure 4 représente, à titre d'exemple, le phénogramme obtenu à partir du polymorphisme des neuf microsatellites en utilisant la distance de Cavalli-Sforza et Edwards (4) et la méthode d'agrégation du *neighbor-joining* (35). Même si le nombre de marqueurs microsatellites utilisés a été relativement faible, les résultats obtenus ont été très semblables aux données historiques et aux résultats de la littérature (8, 10, 22, 28, 30). On constate en particulier une séparation très marquée entre populations africaines et européennes (valeur de *bootstrap* : 95 p. 100), ainsi qu'une forte opposition entre taurins et zébus. Parmi les taurins africains, la population N'Dama, rattachée au type à cornes longues, se retrouve isolée des populations à cornes courtes qui, elles, sont regroupées. Le sous-ensemble des populations de zébus est plus structuré, et ceci sur des bases visiblement géographiques. Il se scinde en effet en populations du Burkina Faso et du Bénin d'une part (zébus Peuls et métis Borgou), et en populations du Tchad d'autre part

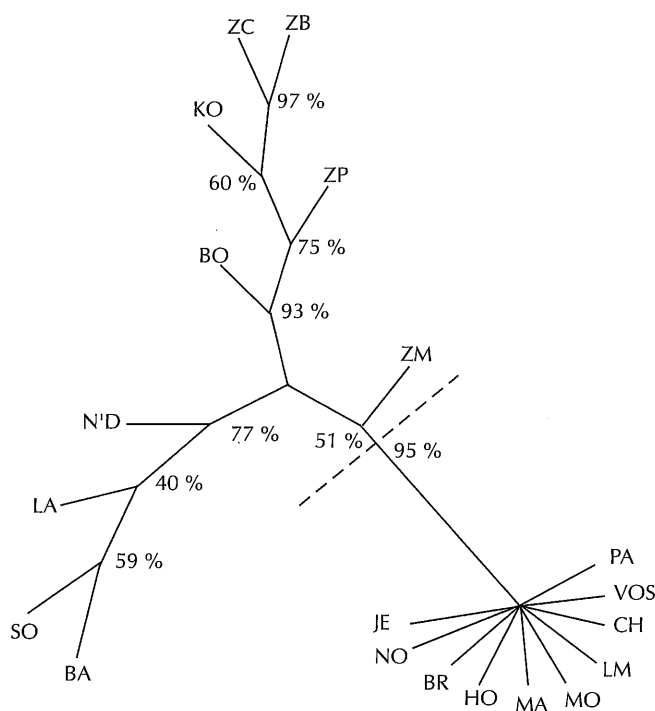


Figure 4 : arbre de consensus obtenu après 500 rééchantillonnages des données (9 microsatellites, distance de Cavalli-Sforza et Edwards, méthode de *neighbor-joining*).

BA : Baoulé ; BO : Borgou ; KO : Kouri ; LA : Lagunaire ; N'D : N'Dama ; SO : Somba ; ZB : zébu M'Bororo ; ZC : zébu Choa ; ZM : zébu Malgache ; ZP : zébu Peul ; BR : Bretonne Pie noire ; CH : Charolaise ; HO : Holstein ; JE : Jersey ; LM : Limousine ; MA : Maine-Anjou ; MO : Montbéliarde ; NO : Normande ; PA : Parthenaise ; VOS : Vosgienne.

(zébu Choa, zébu M'Bororo et « taurins » Kouri). Rappelons que selon les résultats de Souvenir et coll. (39), la race Kouri, classée habituellement parmi les taurins, montre des traces de métissage très significatives avec le zébu, conformément avec ce que l'on sait de l'histoire de cette population originale. Enfin, le zébu Malgache est isolé des autres zébus africains et forme à lui seul une branche à part. Ce résultat est cohérent avec le statut insulaire de cette population qui pourrait par ailleurs provenir d'animaux amenés directement d'Inde par l'océan Indien, alors que, sur le continent africain, les zébus ont été introduits par l'Égypte.

CONCLUSION

Les résultats de la présente étude sont tout à fait cohérents avec ceux des travaux antérieurs de Moazami-Goudarzi et coll. (24), Queval et coll. (30) et Souvenir et coll. (39). Les populations de zébus et les populations taurines se séparent nettement et, parmi ces dernières, le groupe des populations à cornes courtes (Baoulé, Lagunaire, Somba) se distingue de la population N'Dama, seule population à cornes longues de cette région à être peu métissée.

L'élément nouveau qui paraît le plus intéressant dans cette étude réside dans le fait que l'utilisation d'un ensemble de 33 marqueurs microsatellites, soit guère plus d'un marqueur par chromosome en moyenne, a permis de distinguer, sans aucune erreur, les animaux Somba des animaux Lagunaires, alors que les deux populations passaient pour être génétiquement très proches, voire identiques. Ce résultat montre que, même si les populations bovines d'Afrique de l'Ouest n'ont pas été délimitées et gérées comme les races européennes et passent pour s'être largement métissées entre elles, de nettes différences génétiques peuvent être mises en évidence sans difficulté entre certaines d'entre elles. Cette conclusion semble justifier la volonté actuelle de préserver les ressources génétiques bovines de l'Afrique de l'Ouest et notamment la race Somba.

Remerciements

Cette étude a été réalisée dans le cadre du projet « La race bovine Somba : caractérisation et recherche en vue de son amélioration et de sa conservation », financé par l'Union européenne, Commission des communautés européennes, Direction générale du développement (Inco-Dc contrat n° Erbic18Ct960031). Ce travail a pu être réalisé grâce à la participation et à la collaboration de nombreuses personnes. Nous tenons ainsi à remercier les éleveurs, les responsables des services de l'Élevage du Bénin et du Togo, les autorités administratives des préfectures de Boukoubé et Nadoba qui, par leur accueil, ont beaucoup facilité notre tâche sur le terrain. Nous remercions pour leurs collaborations techniques S. Sylla, R. Sangaré, F. Damah-Soundjia (groupes sanguins, variants électrophorétiques) et V. Michel (carte géographique) du Cirdec (Centre international de recherche développement sur l'élevage en zone subhumide, Burkina Faso), M.-F. Mahé (lactoprotéines) du laboratoire de Génétique biochimique et de cytogénétique de l'Inra (Institut national de la recherche agronomique, France), G. Noé (groupes sanguins) du Gie Labogena (Laboratoire d'analyses génétiques pour les espèces animales, France), A. Caroli (élaboration des données) et G. Strillacci (extraction d'Adn, genotypage) de l'Umil.Iz (Università degli Studi Milano, Istituto di Zootechnica, Italie), P. Agbadjè, B. N'Dah Ntcha, S. Adam Samari (échantillonnage des animaux) du Ppea (Projet promotion de l'élevage dans l'Atacora, Bénin). Nous sommes particulièrement reconnaissants à J.-P. Sero Sandjougouma du Ppea, K. Djabakou, K. Adomefa Dsra-Inzv (Direction scientifique de la recherche agronomique, Institut national zootechnique et vétérinaire, Togo) pour l'intérêt et la contribution qu'ils ont portés à cette étude.

BIBLIOGRAPHIE

1. ABOAGYE G.S., TAWAH C.L., REGE J.E.O., 1994. Shorthorn cattle of West and Central Africa. III. Physical, adaptative and special genetic characteristics. *Revue mond. Zootech.*, **78**: 22-32.
2. BAKER C.M.A., MANWELL C., 1980. Chemical classification of cattle. 1. Breed groups. *Anim. Blood Groups Biochem. Genet.*, **11**: 127-150.
3. BRAEND M., 1979. Blood groups of Nigerian cattle. Comparative aspects. *Anim. Blood Groups Biochem. Genet.*, **10**: 49-56.
4. CAVALLI-SFORZA L., EDWARDS W., 1967. Phylogenetic analysis: models and estimation procedures. *Evolution*, **21**: 550-570.
5. CEPPELLINI R., SINISCALCO M., SMITH C.A.B., 1956. The estimation of gene frequencies in a random mating population. *Ann. Hum. Genet.*, **20**: 97-115.
6. CORNUET J.M., PIRY S., LUIKART G., ESTOUP A., SOLIGNAC M., 1999. New methods employing multilocus genotypes to select or exclude populations as origins of individuals. *Genetics*, **153**: 1989-2000.
7. EFRON B., 1979. Bootstrap methods: another look at the jackknife. *Ann. Stat.*, **7**: 1-26.
8. EPSTEIN H., 1971. The origin of domestic animals of Africa, Vol. 1. New York, NY, USA, Africana Publishing, p. 208-212.
9. FARNIR F., COPPIETERS W., ARANZ J.J., BERZI P., CAMBISANO N., GRISART B., KARIM L., MARCQ F., MOREAU L., MNI M., NEZER C., SIMON P., VANMANSHOVEN P., WAGENAAR D., GEORGES M., 2000. Extensive genome-wide linkage disequilibrium in cattle. *Genome Res.*, **10**: 220-227.
10. FELIUS M., 1995. Cattle breeds: an encyclopedia. Doetinchem, The Netherlands, Misset, p. 498-548.
11. FELSENSTEIN J., 1985. Confidence limits on phylogenies: an approach using the bootstrap. *Evolution*, **39**: 783-791.
12. FELSENSTEIN J., 1993. PHYLIP - Phylogeny inference package, Version 3.5. Seattle, WA, USA, Washington University, Dpt of Genetics.
13. GROSCLAUDE F., AUPETIT R., LEFEBVRE J., MERIAUX J.C., 1990. Essai d'analyse des relations génétiques entre les races bovines françaises à l'aide du polymorphisme biochimique. *Genet. Sel. Evol.*, **22** : 317-338.
14. GROSCLAUDE F., GUERIN G., HOULIER G., 1979. The genetic map of the B system of cattle blood groups as observed in French breeds. *Anim. Blood Groups Biochem. Genet.*, **10**: 199-218.
15. JEANPIERRE M., 1987. A rapid method for purification of DNA from blood. *Nucl. Acid Res.*, **15**: 9611.
16. LEBART L., MORINEAU A., TABART N., 1977. Techniques de la description statistique. Paris, France, Dunod, 351 p.
17. LEBART L., MORINEAU A., PIRON M., SHRIVER M.D., LOFTUS R.T., 1995. Statistique exploratoire multidimensionnelle. Paris, France, Dunod, 439 p.
18. LECLERC A., 1975. L'analyse des correspondances sur juxtaposition de tableaux de contingence. *Revue Stat. appl.*, **23** : 5-16.
19. MACHUGH D.E., SHRIVER M.D., LOFTUS R.T., CUNNINGHAM P., BRADLEY D.G., 1997. Microsatellite DNA variation and the evolution, domestication and phylogeography of taurine zebu cattle (*Bos taurus* and *Bos indicus*). *Genetics*, **146**: 1071-1086.
20. MAHE M.F., GROSCLAUDE F., 1993. Polymorphism of β -Cn in the creole goat of Guadeloupe: evidence for a null allele. *Genet. Sel. Evol.*, **25**: 403-408.
21. MAHE M.F., MIRANDA G., QUEVAL R., BADO A., SOUVENIR ZAFINDRAJAONA P., GROSCLAUDE F., 1999. Genetic polymorphism of milk proteins in African *Bos taurus* and *Bos indicus* populations. Characterization of variants α_{s1} -Cn H and κ -Cn J. *Genet. Sel. Evol.*, **31**: 239-253.
22. MANWELL C., BAKER C. M.A., 1980. Chemical classification of cattle. 2. Phylogenetic tree and specific status of the zebu. *Anim. Blood Groups Biochem. Genet.*, **11**: 151-162.
23. MARGUSH T., MCMORRIS F.R., 1981. Consensus N-trees. *Bull. Math. Biol.*, **43**: 239-244.
24. MOAZAMI-GOUDARZI K., LALOE D., FURET J.P., GROSCLAUDE F., 1997. Analysis of genetic relationships between 10 cattle breeds with 17 microsatellites. *Anim. Genet.*, **28**: 338-345.
25. NEI M., 1972. Genetic distance between populations. *Am. Nat.*, **106**: 283-292.
26. NEI M., 1978. Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. *Genetics*, **89**: 583-590.
27. PAETKAU D., CALVERT W., STIRLING I., STROBECK C., 1995. Microsatellite analysis of population structure in Canadian polar bears. *Mol. Ecol.*, **4**: 347-354.
28. PAYNE W.J.A., HODGES H., 1997. Tropical cattle origins, breeds and breeding policies. Oxford, UK, Blackwell Science, p. 47-70, 135-156.
29. QUEVAL R., BAMBARA L., 1984. Le polymorphisme de l'albumine dans la race Baoulé et une population de zébus de type soudien. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **37** (n° spécial) : 288-296.
30. QUEVAL R., MOAZAMI-GOUDARZI K., LALOE D., MERIAUX J.C., GROSCLAUDE F., 1998. Relations génétiques entre populations de taurins ou zébus d'Afrique de l'Ouest et taurins européens. *Genet. Sel. Evol.*, **30** : 367-383.
31. QUEVAL R., PETIT J.P., 1982. Polymorphisme biochimique de l'hémoglobine de populations bovines trypanosensibles, trypanotolérantes et leur croisement dans l'Ouest africain. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **35** : 137-146.
32. RANNALA B., MOUNTAIN J.L., 1997. Detecting immigration by using multilocus genotypes. *Proc. natl Acad. Sci.*, **94**: 9197-9201.
33. RAYMOND M., ROUSSET F., 1995. An exact test for population differentiation. *Evolution*, **49**: 1280-1283.
34. REGE J.E.O., ABOAGYE G.S., TAWAH C.L., 1994. Shorthorn cattle of West and Central Africa. I. Origin, distribution, classification and population statistics. *Revue mond. Zootech.*, **78**: 2-13.
35. SAITOU N., NEI M., 1987. The neighbour-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees. *Mol. Biol. Evol.*, **4**: 406-425.
36. SAS, 1989. SAS user's guide: statistics, Version 6, P-846. Cary, NC, USA, SAS Institute.
37. SCHMID M., SAITBEKOVA N., GAILLARD C., DOLF G., 1999. Genetic diversity in Swiss cattle breeds. *J. Anim. Breed. Genet.*, **116**: 1-8.
38. SNEATH P.H.A., SOKAL R.R., 1973. Numerical taxonomy. San Francisco, CA, USA, WH Freeman.
39. SOUVENIR ZAFINDRAJAONA P., ZEUH V., MOAZAMI-GOUDARZI K., LALOE D., BOURZAT D., IDRIS A., GROSCLAUDE F., 1999. Etude du statut phylogénétique du bovin Kouri du lac Tchad à l'aide de marqueurs moléculaires. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **52** : 155-162.
40. TAKEZAKI N., NEI M., 1996. Genetic distances and reconstruction of phylogenetic trees from microsatellite DNA. *Genetics*, **144**: 389-399.
41. WEIR B.S., COCKERHAM C.C., 1984. Estimating F-statistics for the analysis of population structure. *Evolution*, **38**: 1358-1370.

Reçu le 20.07.2001, accepté le 20.12.2001

Summary

Moazami-Goudarzi K., Belemsaga D.M.A., Ceriotti G., Laloë D., Fagbohoun F., Kouagou N'T., Sidibé I., Codjia V., Crimella M.C., Grosclaude F., Touré S.M. Characterization of Somba Cattle Breed Using Molecular Markers

The polymorphism of four categories of genome markers—11 blood group systems, 5 lactoprotein loci, 2 blood protein loci and 33 microsatellites, i.e. 51 loci in total—was analyzed in four cattle populations or “breeds” from West Africa: the Somba and Lagoon taurine breeds, the Sudanese zebu Peul population and the Borgu population, crossbred between taurine and zebu. The aim of the study was to characterize the polymorphism of the Somba breed and to evaluate its genetic distance with the other three populations, especially the Lagoon breed, with which it shares a high phenotypical resemblance. Whatever the category of markers or the method used, the four populations were clearly separated. Based on the blood group systems, the most marked differences were observed between taurine and zebu breeds especially for the A, B and S systems. The typical high allele frequencies of Alb^S and Hb^B were observed in zebu, as well as the well-known predominance of the α_{s1} -Cn^C, β -Cn^{A2}, κ -Cn^A haplotype, in contrast with the α_{s1} -Cn^B, β -Cn^{A1}, κ -Cn^B haplotype of African taurines. Based on microsatellites, reciprocal averaging highlighted the discriminating effect of ETH 225¹³⁹ allele, whose frequency was very high in the Somba breed, and Hel 13¹⁸² and INRA 037¹¹⁴, which were apparently specific to zebu and Lagoon breeds, respectively. These allele frequencies in the Borgu population were roughly intermediate between those in zebus and taurine breeds. The study also tried to determine whether it was possible to identify the population of origin based on the knowledge of the 33-microsatellite genotype of an animal. Results showed that 97% of the animals were correctly classified; errors concerned zebus incorrectly classified as Borgu and vice versa.

Key words: Bovinae - Somba - Zebu cattle - Genetic polymorphism - Microsatellite - Phylogeny - West Africa.

Resumen

Moazami-Goudarzi K., Belemsaga D.M.A., Ceriotti G., Laloë D., Fagbohoun F., Kouagou N'T., Sidibé I., Codjia V., Crimella M.C., Grosclaude F., Touré S.M. Caracterización de la raza bovina Somba, mediante marcadores moleculares

Se analizó el polimorfismo de cuatro categorías de marcadores del genoma—11 sistemas de grupos sanguíneos, 5 locus de proteínas de la leche, 2 locus de proteínas sanguíneas y 33 microsatélites, sea un total de 51 locus—en cuatro poblaciones o « razas » bovinas de África del Oeste : las razas taurinas Somba y Lagunar, la población de cebúes Peuls sudaneses y la población Borgu, proveniente de un cruce de taurinos y cebúes, esto con el fin de caracterizar el polimorfismo de la raza Somba y de evaluar su distancia genética con respecto a las otras tres poblaciones, principalmente la raza Lagunar, con la cual presenta un fuerte parecido fenotípico. Con cualesquiera que hayan sido las categorías de marcadores o los métodos utilizados, las cuatro poblaciones se distanciaron claramente las unas de las otras. Al nivel de grupos sanguíneos, las diferencias más marcadas fueron observadas entre los taurinos y los cebúes, sobre todo en los sistemas A, B y S. Se encontró además, en los cebúes, una fuerte frecuencia de alelos Alb^S y Hb^B, así como la predominancia bien conocida del haplotipo α_{s1} -Cn^C, β -Cn^{A2}, κ -Cn^A que contrasta con la del haplotipo α_{s1} -Cn^B, β -Cn^{A1}, κ -Cn^B en los taurinos africanos. Al nivel de los microsatélites, el análisis factorial de correspondencias mostró el papel discriminante del alelo ETH 225¹³⁹, cuya frecuencia fue muy elevada en la raza Somba y el de los alelos Hel 13¹⁸² e INRA 037¹¹⁴ que parecieron específicos para los cebúes y la raza lagunar, respectivamente. Las frecuencias de estos alelos en la población Borgu fueron significativamente intermedias entre las de los cebúes y las de los taurinos. En el marco de un proceso cuyo objeto fue el de establecer en que medida el conocimiento del genotipo de un animal con 33 marcadores microsatélites permite la identificación de su población de origen, se obtuvo una proporción de 97% de animales bien clasificados, los errores de clasificación se limitaron a cebúes incorrectamente calificados de Borgu y vice versa.

Palabras clave: Bovinae - Somba - Cébu - Polimorfismo genético - Microsatelite - Filogenía - África occidental.

Milk Production of Buffaloes and Causes of Calf Mortality under a Semi-Intensive Production System in Egypt

M. Mourad¹ S. Rashwan¹

Key words

Bovinae - Buffalo milk - Yield factor - Calf - Mortality - Egypt.

Summary

Records of 71 buffaloes, raised under a semi-intensive production system in a university herd, collected from 1993 to 1999, were used to study the effect of some nongenetic factors on milk performance and causes of calf mortality. The averages of the milk yield, lactation length, calving interval, daily milk yield and proportion of lactation length on the calving interval were 1626 kg, 305 days, 431 days, 7.4 kg and 0.714, respectively. The calving season ($P < 0.05$) and parity significantly ($P < 0.001$) affected the milk yield. The calving interval as the only reproductive trait was significantly ($P < 0.001$) affected by the calving season. The year of calving had no significant ($P > 0.05$) effect on the traits studied. The daily milk yield and proportion of lactation length in the calving interval were not significantly ($P > 0.05$) affected by the calving year, calving season and parity. The average persistency of the milk yield was 73%. Yearly calf mortality rates were 19, 33, 25.5, 25 and 12%, whereas those of buffaloes were 2.3, 2.3, 2.2, 6.6 and 2.1% during the five years of the veterinary study. Seasonal raw mortality rates of calves were high during the winter (53.6%), followed by spring and summer (17.3 and 12%). The complex "light body weight at birth-pneumonia-bad management" caused 71.4% of total calf mortality during the period of the study. The year of calving had a significant ($P < 0.01$) effect on the number of calves that died and that died by particular from pneumonia, and a highly significant ($P < 0.001$) effect on the light body weight at birth.

INTRODUCTION

In Egypt, buffaloes are an economically important source of milk and meat: there are about 3.49 million head (1) and they are considered as the main dairy animals. Most of them are mainly in the hands of smallholders (1-5 head). Khalil *et al.* (12) reported that buffalo's milk accounts for 70% of the total milk produced in Egypt and is characterized by a high butterfat content compared to cow's milk. FAO (8) noted that Egyptian buffaloes contribute to about 5 and 14% of the world buffalo's milk and meat, respectively.

Buffaloes are reared in Egypt in different production systems, which are determined by regions, breeders, living conditions, and strategies of holders. Recently, new attempts have been made to raise buffaloes either under an intensive or a semi-intensive production system in large herds of new projects to facilitate milk

industry and to obtain heavy calves at slaughtering (above 350 kg body weight) instead of the traditional veal calves (about 100 kg body weight), which are not satisfied by the local meat market in Egypt. Many studies have been carried out to describe the Egyptian buffalo's performance, but none mentions the buffalo's performance in these two production systems.

High calf mortality is a serious concern in both dairy and beef herds because it decreases the numerical productivity of the herd and consequently the annual net profits. It also affects the replacement rate and thereby genetic improvement. The main objectives of this investigation were to determine some nongenetic factors affecting the productive performance of the Egyptian buffalo as a milk-type animal under the semi-intensive production system, and to detect causes of calf mortality within the system.

MATERIALS AND METHODS

The experiment was carried out from 1993 to 1999, using a herd of 71 buffaloes and three sires in a university herd at Shalakan, Kaliobia governorate (about 30 km north of Cairo). The animals were identified at the beginning of the experiment, as well as the

1. Department of Animal Production, Faculty of Agriculture, University of Ain-Shams, PO Box 11241, Hadayek Shoubra, Cairo, Egypt
Fax: +202 444 44 60; E-mail: mosaadmourad@hotmail.com

newborn calves at birth. A semi-intensive system was set in place, whereby animals grazed *ad libitum* for about five hours daily in a pasture, which contained Berseem (Egyptian clover, i.e. *Trifolium alexandrinum*) in winter and green maize in summer. Seasonally, the herd made full use of grass and some plants and grains after the harvest (especially wheat and maize). In the afternoon, every buffalo was complemented with about eight kilograms of a concentrate mixture containing 11% proteins and about five kilograms of rice straw according to its weight and level of milk yield. To avoid the problem of silent heat in buffaloes, random mating was practiced, whereby one of the three sires stayed permanently with the herd, in rotation with the other sires to avoid inbreeding. The breeding season and, consequently, the calving season occurred throughout the year. Calves suckled their dams until three months of age. A system of milk control was applied by enclosing the calves during the day of control, weighing them before and after suckling their dams twice a day at milking. The difference in body weight was the suckled milk added to the milking portion to express the milk performance of the buffalo. A starter was used to feed calves at one month of age to help weaning at three months. The persistency of milk yield was calculated by dividing the average lactation length for every parity by the equivalent average of calving interval for the same parity.

All dead animals were divided into two age groups: from birth to weaning and after weaning (90 days). The numbers of dead animals per age group was recorded. Dead animals were autopsied within 24 hours after death, and their tongue, lungs, liver, heart, stomach, small and large intestines were examined. The four seasons of the year were taken into account in the study: winter (from 21 December to 20 March), spring (from 21 March to 20 June), summer (from 21 June to 22 September), fall (from 23 September to 20 December). Average seasonal temperatures and rainfalls in Kaliobia, Egypt, between 1993 and 1999 are shown in Table I.

Table I

Average seasonal temperatures and rainfalls in Kaliobia, Egypt between 1993-1999

Season	Mean temperature (°C)		Relative humidity	Mean rainfall (mm)
	Day	Night		
Spring	25	18	53	3
Summer	35	24	56	0
Fall	27	20	66	4
Winter	13	8	72	16

The yearly mortality rate (YMR) before weaning was calculated as follows:

$$(1) \text{YMR} = \text{DA}/\text{T} \times 100$$

where DA is the number of dead calves between birth and weaning and T is the total number of born calves.

The yearly mortality rate after weaning (YMR') was calculated as follows:

$$(2) \text{YMR}' = \text{DA}/\text{M} \times 100$$

where DA is the number of dead animals after weaning and M is the average herd size [$M = (M_1 + M_2 + M_3) / 3$]; M₁ = herd size at the beginning of the year, M₂ = herd size in the middle of the year, and M₃ = herd size of the end of the year].

The seasonal raw mortality rate before weaning was calculated by using equation (1) during a season. All actions with deadly consequences from buffalo breeders (carelessness with the calves, high doses of veterinary products, accidents, absence or insufficient husbandry of calves, etc.) were referred to as "bad management".

Milk production data were analyzed by SAS (25) using the following model:

$$Y_{ijkl} = \mu + a_i + P_j + S_k + e_{ijkl}$$

where μ is the overall mean, Y_{ijkl} is the milk yield of the buffalo number l for the season number k, the parity number j and the year of calving number i, while a_i is the fixed effect of i year of calving (i = 1...7; 1 = 1993, 2 = 1994, 3 = 1995, 4 = 1996, 5 = 1997, 6 = 1998, and 7 = 1999); P_j is the fixed effect of j parity (j = 1...12); S_k is the fixed effect of the season number (k = 1...4; 1 = spring, 2 = summer, 3 = fall, 4 = winter); e_{ijkl} is a random element assumed to be independent and normally distributed $IND \sim (0, \sigma_e^2)$.

However, it was not possible to calculate interactions between the main effects because of the limited numbers of their records or their absence in some subclasses. Duncan's multiple range test (6) was used to identify significant differences. The chi-square test was used according to Snedecor and Cochran (27) to detect significant differences between the five years of study.

■ RESULTS

Milk Performance

Results of the analysis of variance are shown in Table II. Significant effects were found for the calving season ($P < 0.05$) and parity ($P < 0.001$) on the milk yield (MY). Daily milk yield (DMY) and the proportion of lactation length on the calving interval (LLCI) were not significantly affected by the nongenetic

Table II

Results of analysis of variance on the milk yield, lactation length, calving interval, average daily milk yield and proportion of lactation length on the calving interval according to the calving year, calving season and parity

Source of variation	Degree of freedom	Means squares (MY)	Means squares (LL)	Means squares (CI)	Means squares (ADMY)	Means squares (LLCI)
Year	6	43,785	6959	31,819	0.6807	0.00238
Calving season	3	234,145*	8162**	10,100***	1.9395	0.01012
Parity	11	479,779***	2873	7875	1.9809	0.00799
Error	216	87,099	2885	5540	1.4456	0.01111

MY = milk yield, LL = lactation length, CI = calving interval, ADMY = average daily milk yield, LLCI = lactation length on calving interval

* Significant at $P < 0.05$; ** Significant at $P < 0.01$; *** Significant at $P < 0.001$

factors studied. Averages of milk yield, lactation length, calving interval, daily milk yield and lactation length on the calving interval were 1626 kg, 305 days, 431 days, 7.4 kg and 0.714 days, respectively. Table III shows the least squares means and standard errors of the milk traits and the calving interval according to the calving year, calving season and parity. Milk yield ranged from 1578 in 1996 to 1702 kg in 1998 (Figure 1), while DMY was approximately 5.6 kg and LLCI near 0.71. Calving in the fall significantly ($P < 0.05$) increased MY, but it had no significant effect on DMY and LLCI. Parity affected significantly ($P < 0.001$) MY. Older buffaloes (over 7 years old) produced much more milk than younger ones (3-6 years old). Calving in the spring increased significantly ($P < 0.05$) the lactation length. However, there was no significant ($P > 0.05$) parity effect on the lactation length.

Persistency ratios of the milk yield were 67, 68, 66, 67, 72, 71, 70, 77, 76, 81, 79 and 83% for buffaloes in the first lactation number up to those in the twelfth number. Average persistency was 73%.

The calving interval as a reproductive trait was significantly ($P < 0.001$) affected by the calving season. Buffaloes that calved in the spring had longer calving intervals than those that calved in other seasons.

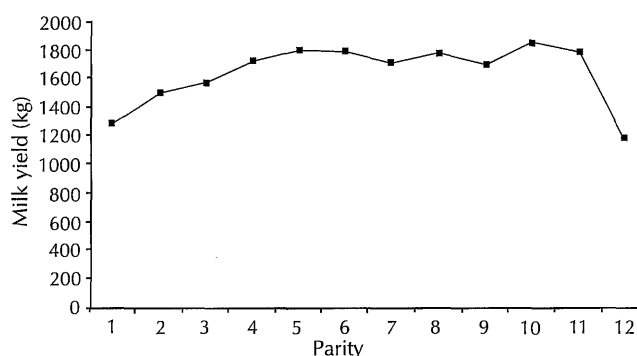


Figure 1: Milk yield of Egyptian buffaloes under a semi-intensive production system.

Table III

Least squares means and standard errors of milk yield, daily milk yield, lactation length and proportion of lactation length to calving interval according to the calving year, calving season and parity

Traits	MY LSM ± SE	DMY LSM ± SE	LL LSM ± SE	LLCI LSM ± SE	CI LSM ± SE
Calving year					
1993	1621 ± 62	5.69 ± 0.25	302 ± 10	0.71 ± 0.02	424 ± 21
1994	1648 ± 66	5.88 ± 0.27	308 ± 11	0.70 ± 0.02	429 ± 24
1995	1602 ± 64	5.79 ± 0.26	303 ± 13	0.69 ± 0.02	432 ± 25
1996	1578 ± 71	5.52 ± 0.29	307 ± 12	0.71 ± 0.03	430 ± 18
1997	1647 ± 59	5.74 ± 0.24	304 ± 11	0.70 ± 0.02	429 ± 17
1998	1702 ± 54	5.45 ± 0.22	306 ± 13	0.72 ± 0.02	435 ± 16
1999	1673 ± 82	5.62 ± 0.34	306 ± 10	0.71 ± 0.02	429 ± 17
Calving season					
Spring	1609 ± 35 ^a	5.82 ± 0.20	323 ± 12 ^b	0.70 ± 0.02	468 ± 19 ^f
Summer	1610 ± 71 ^a	5.60 ± 0.27	300 ± 10 ^a	0.72 ± 0.02	409 ± 13 ^e
Fall	1749 ± 80 ^b	5.41 ± 0.24	289 ± 8 ^a	0.72 ± 0.02	420 ± 17 ^e
Winter	1587 ± 22 ^a	5.85 ± 0.17	310 ± 8 ^a	0.68 ± 0.02	421 ± 18 ^e
Parity					
1	1289 ± 63 ^e	4.83 ± 0.26	317 ± 11	0.67 ± 0.02	473 ± 15
2	1494 ± 58 ^f	5.08 ± 0.24	309 ± 10	0.68 ± 0.02	452 ± 13
3	1562 ± 62 ^f	5.35 ± 0.23	295 ± 10	0.72 ± 0.02	444 ± 18
4	1722 ± 57 ^g	5.60 ± 0.23	312 ± 10	0.71 ± 0.02	466 ± 19
5	1801 ± 60 ^g	5.44 ± 0.24	316 ± 11	0.69 ± 0.02	438 ± 18
6	1781 ± 56 ^g	5.48 ± 0.23	293 ± 10	0.72 ± 0.02	414 ± 19
7	1708 ± 62 ^g	5.72 ± 0.25	291 ± 11	0.73 ± 0.02	415 ± 17
8	1784 ± 92 ^g	5.72 ± 0.37	317 ± 16	0.71 ± 0.03	413 ± 15
9	1696 ± 109 ^g	5.61 ± 0.45	272 ± 20	0.71 ± 0.04	447 ± 15
10	1847 ± 140 ^g	5.52 ± 0.57	283 ± 25	0.68 ± 0.05	351 ± 17
11	1796 ± 154 ^g	6.46 ± 0.63	289 ± 27	0.73 ± 0.06	396 ± 18
12	1189 ± 301 ^e	7.23 ± 1.23	372 ± 55	0.72 ± 0.11	446 ± 19

MY = milk yield, DMY = daily milk yield, LL = lactation length, LLCI = lactation length on calving interval, CI = calving interval

^{a,b,c} Means with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$)

^{e,f,g} Means with different superscripts are significantly different ($P < 0.001$)

Causes of Mortality

During the five years of the veterinary study, the yearly calf mortality rates were 19, 33, 25.5, 25 and 12%, whereas those of buffaloes were 2.3, 2.3, 2.2, 6.6 and 2.1%. Table IV shows that 49 calves died between birth and weaning (three months of age), equivalent to a yearly average of 29.3% calf mortality, whereas that of buffaloes during this period was only 2.5%. The seasonal raw mortality rates of calves (Figure 2) were high during the winter (53.6%), lower in the spring (17.3%) and in the summer (12%). Light body weight at birth caused 36.7% calf mortality, while pneumonia was responsible for 24.5% of total mortality during the five years of study. Bad management caused 10.2% calf mortality. These three major causes of mortality combined were responsible for 71.4% of total calf mortality. However, Table V shows that the numbers of dead calves and of animals that died of pneumonia changed significantly ($P < 0.05$) from year to year. Calves that died because of a light body weight at birth, and which were mainly produced by young buffaloes, were highly significantly ($P < 0.01$) affected by the year.

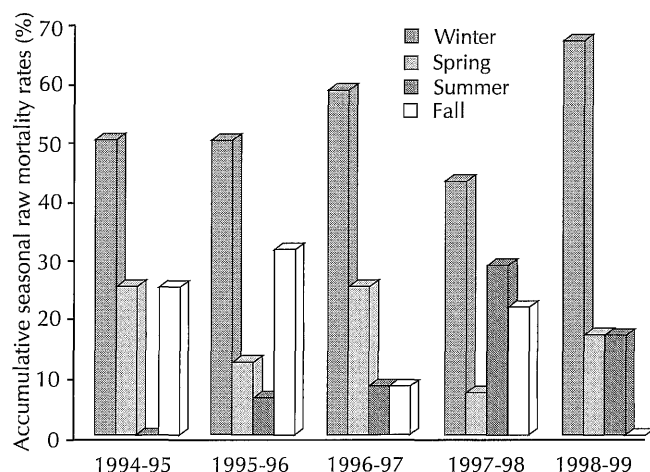


Figure 2: Seasonal raw mortality rates of calves that died between birth and weaning.

Table IV

Causes of buffalo mortality between birth and weaning and postweaning from 1993 to 1999 in Shalakan, Egypt

Causes	From birth to weaning			Postweaning		
	Num. of mortality	% of total	Age (days) Means \pm SE	Num. of mortality	% of total	Age (years)
1994-1995						
Bad management	3	37.5	108 \pm 25	1	100.0	4
Pneumonia	4	50	100 \pm 22	-	-	-
Light body weight at birth	1	12.5	10 \pm 3	-	-	-
Total	8	100.0	-	1	100.0	-
1995-1996						
Gastritis	5	35.7	67 \pm 12	-	-	-
Light body weight at birth	6	42.9	6 \pm 1	-	-	-
Heart disease	-	-	-	1	100.0	7
Pneumonia	3	21.4	50 \pm 8	-	-	7
Total	14	100.0	-	1	100.0	7
1996-1997						
Pneumonia	4	36.4	104 \pm 35	-	-	-
Gastritis	2	18.2	112 \pm 8	-	-	-
Diarrhea	2	18.2	105 \pm 15	-	-	-
Bad management	2	18.2	15 \pm 5	1	100.0	4.5
Light body weight at birth	1	9.1	11	-	-	-
Total	11	100.0	-	1	100.0	-
1997-1998						
Light body weight at birth	7	63.6	6 \pm 3	-	-	-
Gastritis	3	27.3	95 \pm 18	-	-	-
Bad management	-	-	-	3	100.0	1.5
Pneumonia	1	9.1	22	-	-	-
Total	11	100.0	-	3	100.0	-
1998-1999						
Light body weight	3	60.0	18 \pm 8	-	-	-
Gastritis	2	40.0	75 \pm 15	-	-	-
Bad management	-	-	-	1	100.0	2
Total	5	100.0	-	1	100.0	-

Table V

Chi-square test results for dead calves from birth to weaning in five years of study

	Degree of freedom	Chi-square values
Number of dead calves	4	13.50**
Light body weight at birth	4	27.30***
Pneumonia	4	11.89**
Gastritis	4	3.32 ^{NS}

** Significant at $P < 0.01$

*** Significant at $P < 0.001$

^{NS} Not significant at $P > 0.05$

DISCUSSION

Milk Performance

The year of calving did not significantly ($P > 0.05$) affect the buffalo milk yield. However, Kawthar Mourad *et al.* (10) using 4608 records of 1444 Egyptian buffaloes under an intensive production system reported that the year of calving affected significantly ($P < 0.01$) a 305-day milk yield. This may be due to different methods of selection and management between the herds. In India, Dhar and Deshpandi (5) with data on 466 Murrah buffaloes covering a period of 15 years reported that the period had a significant effect ($P < 0.05$) on the milk yield.

The milk yield increased with the increase in the lactation number, reaching a peak at the eleventh lactation and decreasing thereafter. Similar results were obtained by Kawthar Mourad *et al.* (10), who reported that a 305-day buffalo milk yield increased ($P < 0.01$) with parity (from the first to the tenth parity). However, in another study using 2780 records of Egyptian buffaloes Kawthar Mourad *et al.* (11) reported that a 305-day milk yield increased from the first parity to the fifth and decreased ($P < 0.01$) thereafter. El Barbary and Badran (7) arrived at the same results with another herd of Egyptian buffaloes. Many Egyptian authors reported the increase of the milk yield with the advance of parity (3, 12, 13, 15, 16, 22, 28). Similar results were also reported by many Indian authors (4, 5, 14, 23, 26). But the milk yield peak was reached at various lactations in the herds within the same country or in different countries. This might be attributed to genetic properties, nutritional treatment, age at first calving, lactation length or management system. Differences in the data size and statistical analysis could be added in this respect. The main reasons for the increase in the milk yield in relation with the increase in the lactation number are the buffalo's weight gain and maturing of its milk secretion system. Kawthar Mourad *et al.* (10) added that the increase in the lactation number results in the development of the udder physiological functions and in the increase of the udder capacity until the animal reaches its mature weight. Conversely, the decrease in milk production with the advance in parity after reaching its peak was reported to be caused by the decrease in the physiological activity of all body functions and the partial degeneration of the udder secretory tissue, which usually starts after the female reaches its mature body weight and size (3).

In this study, the calving season significantly affected the milk yield. Calving in the fall induced a milk yield in buffaloes much higher than in other seasons. However, Kawthar Mourad *et al.* (10, 11) reported that calving in May compared to other months

significantly ($P < 0.01$) increased the 305-milk yield. The difference in the milk yield between seasons may be attributed to the production system (semi-intensive vs intensive). Many authors reported a significant effect of the calving season on the milk yield: in Egyptian buffaloes (2, 9, 13), in Pakistani buffaloes (29), and in Indian buffaloes (18). Climate conditions, good pasture and available feeds in the various months of the year are important factors influencing the calving season and consequently the buffalo milk yield.

Calving in the spring was the only factor that increased significantly ($P < 0.05$) the lactation length. This finding agrees with that of Kawthar Mourad *et al.* (10), who noted that spring and winter calving increased the lactation length of Egyptian buffaloes. However, a significant ($P < 0.01$) effect of the calving year on the lactation length was also observed. It may be due to differences between the two periods of the study. The average persistency of Egyptian buffaloes was 73%, lower than the 87.7% observed by Syed *et al.* (29) in buffaloes in Peshawar, Pakistan. The difference in the persistency may be attributed to the genetic pattern of Egyptian buffaloes compared to those from Pakistan, the management system and the calculation method.

Calving in the spring caused the longest calving interval. It may be due to the effect of a long period of heat stress during the last month of spring and in the summer months.

Causes of Mortality

Mortality rates in this study were higher than the annual mortality rates of 12.8, 13.7, 22.1, 3.1 and 4.5% reported in Indian buffaloes in a five-year study (1981-1985) by Parmatma Singh *et al.* (19). The results of this study on the cause of mortality agree with those of Roy *et al.* (24), who reported that a light birth weight had a significant ($P < 0.05$) effect on calf mortality. It was responsible for approximately 35% of calf mortality during the study. However, in an institute farm, Pkinjavdekar *et al.* (21) reported that the main causes of calf buffalo mortality were gastroenteritis (45.6%), enteritis (20.6%) and pneumonia (5.9%). They added that the highest mortality during the neonatal stage was due to inadequate care in management of newborn calves. From 31 to 60 days of age mortality was mainly caused by an inadequate diet and milk withdrawal.

To eliminate mortality caused by a light body weight, restrictive measures at mating should be applied to the heifers. Light heifers or heifers with poor performances should not be allowed to mate. To eradicate mortality caused by pneumonia, hygienic practices and good calf management should be implemented. To eliminate bad management, modern methods of husbandry and calf care should be practiced. Mourad and Magassouba (17) reported that in N'Dama cattle in Guinea the complex diarrhea-pneumonia-bad management caused 71.4% of calf mortality between birth and six months of age.

The finding that the year affected the mortality agrees with that of Roy *et al.* (24), who used data on 228 Jersey x Tharparkar calves over a period of nine years and reported that the period of birth had a highly significant ($P < 0.01$) effect on calf mortality.

The highest seasonal mortality rate was in the winter, agreeing with Roy *et al.* (24), who found that calving in the winter (November-February) caused ($P < 0.05$) the highest mortality. These results also agree with those of Mourad and Magassouba (17), who found that in cattle the highest calf mortality rate was in the humid season. Similar results were obtained in India by Patil *et al.* (20), who reported that the overall mortality rate of 4035 buffalo calves from birth up to 12 months of age was 9.84%.

The highest mortality (38.29%) was observed during winter (November-January), followed by the monsoon season (32.5% in June-October), and summer (29.2% in February-May). As in the present study, Roy *et al.* (24) found that the main mortal diseases were enteritis (22.58%), pneumoenteritis (20.97%), debility (16.13%) and pneumonia (9.68%).

CONCLUSION

To increase milk yield in Egyptian buffaloes, it is better to arrange for the calving season to occur in the fall than in other seasons. Older buffaloes have better persistency and produce much more milk than younger ones. It is important that farm procedures and management be organized so as to obtain the calving season also in the fall. To minimize the high calf mortality rate (22.8%), the complex "light body weight at birth-pneumonia-bad management", which caused more than 70% of total calf mortality, had to be eliminated. It was suggested that without paying money the best heifers be selected before mating, new born calves be better taken care of, modern methods of husbandry and veterinary care be applied.

Acknowledgments

The authors thank Pr H. Mansour, Dean of the Faculty of Agriculture for providing facilities for the study. They also thank Dr M. Abdel Salam, veterinary of the farm for laboratory works.

REFERENCES

1. A.A.S., 1999. Arab agriculture statistics yearbook. Khartoum, Sudan, Arab Organization for Agriculture Development, League of Arab States, p. 212. (No. 19)
2. ABDEL-AZIZ A.S., HAMED M.K., 1979. The effect of region, season and year of calving on complete milk records of Egyptian buffaloes. *Egypt. J. Anim. Prod.*, **19**: 223-227.
3. ASHMAWY A.A., 1980. Selection index for the importance of some economic traits in dairy cattle. PhD Thesis, Faculty of Agriculture, Ain-Shams University, Cairo, Egypt, 214 p.
4. DASSAT P., DEPAOLIS T., SARTORE G., 1966. A study of environmental effects on milk yield in Italian buffalo. In: Proc. 9th Int. Congr. Animal Production, Edinburgh, UK, **34**: 2855-2862.
5. DHAR Y.M., DESHPANDE K.S., 1995. Genetic studies on lactation milk and lactation length in Murrah buffaloes. *Indian J. Dairy Sci.*, **48**: 164-166.
6. DUNCAN N.B., 1955. Multiple range and multiple F test. *Biometrics*, **11**: 1-42.
7. EL BARBARY A.S., BADRAN A.E., 1986. Studies on buffaloes and cows in Egypt. *Alexandria J. Agric. Res.*, **31**: 135-143.
8. FAO, 1990. Production year book. Rome, Italy, FAO, 420 p. (No. 49)
9. KAWTHAR MOURAD A., AFIFI E.A., KHATAB A.S., 1986. Seasonal age correction factors for milk yield in Egyptian buffaloes. *J. Agric. Res.* (Tanta University), **12**: 3-13.
10. KAWTHAR MOURAD A., AFIFI E.A., BEDEIR L.H., 1990. Nongenetic factors influencing milk production traits in Egyptian buffaloes. *Egypt. J. Anim. Prod.*, **72**: 1-18.
11. KAWTHAR MOURAD A., MOHAMMED M.M., KHATAB A.S., 1991. Genetic parameters for milk production traits in a closed herd of Egyptian buffaloes. *Egypt. J. Anim. Prod.*, **28**: 11-20.
12. KHALIL M.H., AFIFI E.A., BEDEIR L.H., ZEIDAN S.M., 1992. Genetic analysis of lactation traits in Egyptian buffaloes. *Anim. Prod.*, **92**: 155-172.
13. KOTBY E.A., EL-SOBHY H.E., KAWTHAR MOURAD A., EID L.N., 1989. Milk yield in two herds of Egyptian buffaloes in different lactations. In: Int. Symp. on the Constraints and Possibilities of Ruminant Production in the Dry Subtropics, Cairo, Egypt, 5-7 November 1989. (EAAP Publication No. 38)
14. MAYMONE B., 1942. Buffalo breeding in Italy. *Z. Tierz. Zucht. Biol.*, **52**: 10-22.
15. MOHAMED M.A., 1986. Sire evaluation for Egyptian water buffaloes. PhD Thesis, Faculty of Agriculture, Cairo University, Egypt, 254 p.
16. MOURAD K.A., 1984. Genetic improvement in a herd of Egyptian buffaloes. PhD Thesis, Faculty of Agriculture, Moshtohor, Zagazig University, Egypt.
17. MOURAD M., MAGASSOUBA B., 1996. Causes of N'Dama breed cattle mortality on the plateau of Sankaran, Faranah, Guinea. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **49**: 289-293.
18. MURALI DHAR Y., DESHPANDE K.S., 1995. Genetic studies on lactation milk yield and lactation length in Murrah buffaloes. *Indian J. Dairy Sci.*, **48**: 164-166.
19. PARMATMA SINGH, DWIVEDI V.K., TIWARI C.B., 1989. Morbidity and mortality pattern due to diseases in bovines over the years. *Indian J. Anim. Sci.*, **59**: 1337-1334.
20. PATIL N.A., MALLIKARJUNAPPA S., PRASANNA KUMAR S., BHAT A.R.S., 1991. Comparative study on calf mortality in Jersey crossbred and Surti buffalo calves. *Indian J. Dairy Sci.*, **44**: 526-528.
21. PKINJAVDEKAR TTPARAP, SRIVASTAVA B.B., LPNAUTIYAL L., 1994. Mortality pattern in calves. *Indian J. Anim. Sci.*, **64**: 811-812.
22. RAGAB M.T., ABDEL-AZIZ A.S., KAMAL A., 1973. Effect of farm, parity, and season of calving on the lactation curve in buffaloes. *Egypt. J. Anim. Prod.*, **13**: 123-134.
23. ROY CHOUDHURY P.N., DESKMUKH K., 1975. Effect of month, season and sequence of calving on milk yield in Italian buffaloes. *Indian vet. J.*, **46**: 1059-1068.
24. ROY P.K., GHOSH A., PAL P.K., BASU S.B., 1997. Mortality pattern in Jersey x Tharparkar crossbred female calves. *Indian vet. J.*, **74**: 673-676.
25. SAS, 1988. SAS/STAT User's Guide, version 6.03. Cary, NC, USA, SAS.
26. SEKHON G.S., GEHLON N.S., 1966. Repeatability estimates of some economic traits in the Murrah Buffaloes. *Ceylon vet. J.*, **14**: 35-55.
27. SNEDECOR G.W., COCHRAN W.C., 1976. Statistical methods. Ames, IA, USA, Iowa State University Press, p. 321.
28. SOLIMAN A.M., 1976. Genetic of lactation curve. MSc Thesis, Faculty of Agriculture, Ain-Shams University, Cairo, Egypt.
29. SYED M., ZAFARULLAH, KHAN, SHAH M.A.P., KHAN Z., 1996. Production performance, persistency of lactation and repeatability of some quantitative traits in Nili-Ravi buffaloes. *Sarhad J. Agric.*, **12**: 1-9.

Reçu le 30.05.2001, accepté le 08.11.2001

Résumé

Mourad M., Rashwan S. Production laitière des buffles et cause de mortalité des veaux dans un système de production semi-intensif en Egypte

Les données d'un troupeau de 71 buffles, élevés dans un système de production semi-intensif dans une université, ont été recueillies entre 1993 et 1999 afin d'étudier l'effet de facteurs non génétiques sur la performance laitière des buffles et la cause de mortalité des veaux. Les moyennes de la production laitière, de la durée de lactation, de l'intervalle entre mises bas, de la production laitière journalière et de la proportion de la durée de lactation dans la période entre deux mises bas ont été respectivement de 1 626 kg, 305 jours, 431 jours, 7,4 kg et 0,714 jour. La saison de vêlage ($P < 0,05$) et le rang de lactation ($P < 0,001$) ont affecté significativement la production laitière. L'intervalle entre mises bas, le seul paramètre sur la reproduction, a été significativement ($P < 0,001$) affecté par la saison de vêlage. L'année de vêlage n'a pas eu d'effet significatif ($P > 0,05$) sur les paramètres étudiés. La production laitière journalière et la proportion de la durée de lactation dans la période entre deux mises bas n'ont pas été significativement ($P > 0,05$) affectées par l'année de vêlage, la saison de vêlage et le rang de lactation. La moyenne de la persistance de la production laitière a été de 73 p. 100. Les taux de mortalité annuels des veaux ont été de 19, 33, 25,5, 25 et 12 p. 100, alors que ceux des buffles ont été de 2,3, 2,3, 2,2, 6,6 et 2,1 p. 100 pendant les cinq années de l'étude vétérinaire. Les taux de mortalité bruts saisonniers ont été élevés pendant l'hiver (53,6 p. 100), et plus faibles au printemps (17,3 p. 100) et en été (12 p. 100). Le complexe « poids vif léger à la naissance-pneumonie-mauvaise conduite d'élevage » a causé 71,4 p. 100 des cas de mortalité des veaux pendant la période de l'étude. L'année de vêlage a eu un effet significatif ($P < 0,01$) sur le nombre de veaux morts et en particulier de veaux morts de pneumonie, et un effet très significatif ($P < 0,001$) sur le poids léger à la naissance.

Mots-clés : Bovinae - Lait de bufflesse - Facteur de rendement - Veau - Mortalité - Egypte.

Resumen

Mourad M., Rashwan S. Producción de leche en búfalos y causas de mortalidad en terneros en un sistema de producción semi intensivo en Egipto

Se colectaron los registros de 71 búfalos, criados en un sistema de producción semi intensivo en un hato universitario, entre 1993 y 1999, con el fin de estudiar el efecto de algunos factores no genéticos en el rendimiento de leche así como causas de mortalidad en terneros. Los promedios de producción láctea, duración de la lactación, intervalo entre partos, producción láctea diaria y proporción en la duración de la lactación durante el intervalo entre partos fueron de 1626 kg, 305 días, 431 días, 7,4 kg y 0,714, respectivamente. El periodo de parto ($P < 0,05$) y el número de parto ($P < 0,001$) afectaron significativamente la producción de leche. El intervalo entre partos, en tanto que único trazo reproductivo, fue afectado en forma significativa ($P < 0,001$) por la estación de parto. El año de parto no presentó efecto significativo ($P > 0,05$) sobre los caracteres estudiados. La producción de leche diaria y la proporción de la duración de la lactación durante el intervalo entre partos no fueron afectadas en forma significativa ($P > 0,05$) por el año de parto, la época de parto y el número de parto. La persistencia promedio de la producción láctea fue 73%. Las tasas de mortalidad en terneros fueron de 19, 33, 25,5, 25 y 12%, mientras que en adultos fueron de 2,3, 2,3, 2,2, 6,6 y 2,1% durante los cinco años del estudio veterinario. Las tasas de mortalidad brutas en terneros fueron mayores durante el invierno (53,6%) y menores durante la primavera y el verano (17,3 y 12%). El complejo «bajo peso al nacimiento-neumonía-mal manejo» provocó 71,4% del total de las muertes en terneros durante el periodo del estudio. El año de parto tubo un efecto significativo ($P < 0,01$) sobre el número de terneros que murieron y que murieron en particular de neumonía y un efecto altamente significativo ($P < 0,001$) sobre el bajo peso al nacimiento.

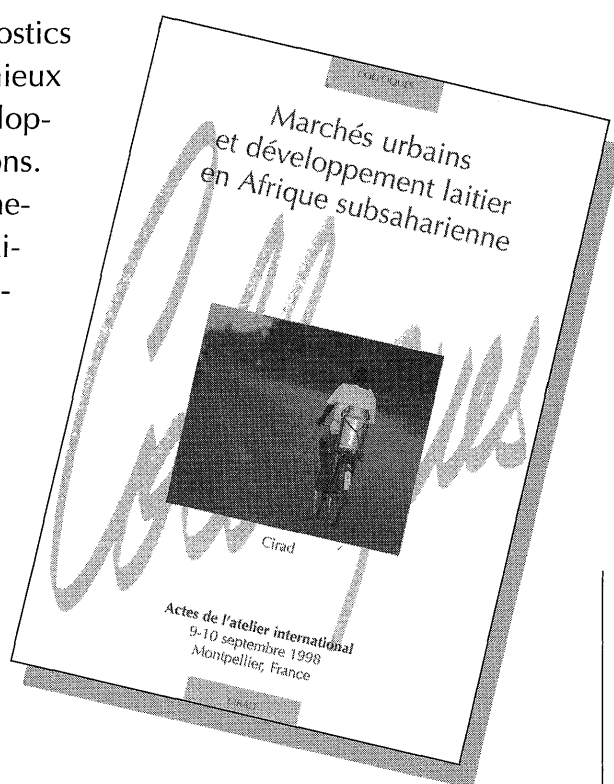
Palabras clave: Bovinae - Leche de bufala - Factor de rendimiento - Ternero - Mortalidad - Egipto.

Marchés urbains et développement laitier en Afrique subsaharienne

Duteurtre G., Meyer C. (édit.)

Collection Colloques

Cet ouvrage fait le point sur les diagnostics d'analyse des filières laitières afin de mieux comprendre les mécanismes du développement et de proposer des améliorations. Il aborde en particulier l'approvisionnement des villes africaines en produits laitiers, les spécificités des produits et itinéraires techniques, l'amélioration des procédés de collecte et de transformation ainsi que les perspectives de développement et de recherches sur les filières laitières.



21 x 29,7 cm, 234 p., bibl., tabl., cartes,
photos couleur, 2001

ISBN : 2-87614-455-7, texte en français

Réf : 827, prix : 20 €



Centre de coopération internationale en recherche
agronomique pour le développement

Diffusion : La librairie du Cirad

TA 283/04 - 34398 Montpellier Cedex 5 - France

www.cirad.fr

Genetic and Phenotypic Parameters of Birth Weight Traits in Fulbe Sheep in Cameroon

A.L. Ebangi¹ A. Njoya² A.C. Ngo-Tama²
D.N. Awa² D.A. Mbah³

Key words

Fulbe sheep - Birth weight - Heritability - Genetic parameter - Genetic correlation - Cameroon.

Summary

Data on the birth weight of 610 lambs produced from 21 rams randomly mated with 199 primiparous Fulbe ewes were collected between 1993 and 1996 at the Institute of Agricultural Research for Development, Garoua Research Station. Data were used to identify and quantify factors affecting the birth weight (BWT) and litter birth weight (LBWT), and to estimate direct and maternal heritabilities, genetic and phenotypic correlations between direct and maternal effects. Results indicated that 26.86% variability in BWT and 34.20% in LBWT were caused by sex, season of birth, year of birth, parity, birth type and feed group. Heavier lambs (2.36 kg) were produced during the cold dry season (October to January). Mixed litters had significantly higher weights (3.97 kg) than litters only composed of either males (2.73 kg) or females (2.64 kg). Estimates for direct and maternal heritabilities were 0.61 and 0.32 for BWT, and 0.30 and 0.27 for LBWT. Estimates for genetic and phenotypic correlations between direct and maternal effects were -0.48 and 0.28 for BWT, and -0.65 and 0.57 for LBWT. Due to the high negative estimates for genetic correlations, long-term selection on own performance for either BWT or LBWT will adversely affect maternal performance.

INTRODUCTION

The potential of sheep production in Cameroon is high as they are found in all ecological zones of the country. The estimated population is about 2,358,100, and about 57.8% is produced in the Far North and North provinces (Njwe, pers. commun.). Production in these two provinces plays an essential role in the economy and survival of the rural people. It provides them with food or immediate cash when need arises.

The sheep are characterized by a relatively small size, high reproduction efficiency, heat tolerance and resistance to some diseases. These characteristics help them to be flexibly integrated into small economic units, with little capital investment and financial risks. Major problems, however, include poor nutrition, high disease rates and parasitic infestations, slow growth rates and high lamb mortality (3, 6, 11).

The present study therefore aimed at setting up some strategies to increase reproductive performance through the identification and quantification of environmental factors that affect birth weight traits. It also aimed at estimating genetic and phenotypic parameters that could be useful for future selection decisions.

MATERIALS AND METHODS

Data on birth weight (BWT) and litter birth weight (LBWT) were collected from a Fulbe sheep flock kept between 1993 and 1996 at the Garoua Station of the Institute of Agricultural Research for Development. Description of the experimental site and prevailing seasons have been documented (5, 11).

Flock management

The flock initially composed of 240 weaner ewes was divided into four groups of 60 each, with one ram found within a group at a given time. The rams were rotated between the groups. All four groups grazed rotationally on unimproved pastures. Animals in group one (S) were supplemented with 200 g cottonseed cake. Those in group two (ST) were supplemented with 200 g cottonseed cake, vaccinated against *peste des petits ruminants* (PPR) and treated against internal and external parasites. Animals in group three (T) were only vaccinated against PPR and treated for internal and external parasites. Those in group four (NST) were

1. Institute of Agricultural Research for Development, Regional Centre of Wakwa, PO Box 65, Ngaoundere, Cameroon

2. Institute of Agricultural Research for Development, Research Station, PO Box 1073, Garoua, Cameroon

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

neither supplemented, nor vaccinated against PPR, nor treated for internal and external parasites.

Data collection

Final data were collected from mating 21 rams with 199 ewes (Table I). At birth each lamb was identified with an ear tag and pedigreed with ram and ewe. The lambs were weighed within 24 h. Information on lamb sex, birth type, parity, season and year of birth and feed group were recorded.

Analytical technique

The data were analyzed with SAS (13) using the general linear model procedure to obtain least squares means (LSM) and standard errors (SE) for BWT and LBWT (combined weights of lambs per ewe for each parturition in kilograms). Triplets were excluded from the analysis because they were few in numbers. Restricted maximum likelihood estimates were obtained with the MTDFREML software (2). An animal model was used for each of the traits with the direct, maternal effect correlated to the direct, permanent maternal environment uncorrelated to the direct and maternal effects and environmental effect associated to the direct effect, fitted as random effects.

Two linear models were used to estimate least squares means and standard errors.

Model 1: Estimation of least squares means and standard errors for birth weights

$$B_{ijklmnop} = \mu + RF_{ik} + F_k + G_l + T_m + P_n + S_o + e_{ijklmnop}, \text{ where}$$

$B_{ijklmnop}$ is the birth weight of the p^{th} lamb

μ is the overall mean

RF_{ik} is the random effect of the i^{th} ram within the k^{th} feed group

F_k is the fixed effect of the k^{th} feed group with $k = 1, 2, 3$ and 4

G_l is the fixed effect of the l^{th} sex with $l = 1, 2$

T_m is the fixed effect of the m^{th} birth type with $m = 1, 2$

P_n is the fixed effect of the n^{th} parity with $n = 1, 2, \dots, 5$

S_o is the fixed effect of the o^{th} season of birth with $o = 1, 2, 3$, and

$e_{ijklmnop}$ is the random error attributed to the p^{th} lamb.

Model 2: Estimation of least squares means and standard errors for litter birth weight

$$B'_{ijklmnopq} = \mu + RF_{ik} + F_k + G_l + T_m + P_n + S_o + e_{ijklmnopq}, \text{ where}$$

$B'_{ijklmnopq}$ are the combined weights of lambs per ewe per parturition

μ is the overall mean

RF_{ik} is the random effect of the i^{th} ram within the k^{th} feed group

F_k is the fixed effect of the k^{th} feed group with $k = 1, 2, 3$ and 4

G_l is the fixed effect of the l^{th} sex with $l = 1, 2, 3$

T_m is the fixed effect of the m^{th} birth type with $m = 1, 2$

P_n is the fixed effect of the n^{th} parity with $n = 1, 2, \dots, 5$

S_o is the fixed effect of the o^{th} season of birth with $o = 1, 2, 3$, and

$e_{ijklmnop}$ is the random error.

Estimation of genetic and phenotypic parameters

The estimates for observable (co)variance components were obtained from an animal model presented in a matrix notation as follows:

$$y = Xb + Z_1a + Z_2m + Z_3c + e, \text{ where}$$

y is the observation vector for the birth weight or litter birth weight of lambs

X is an incidence matrix relating observations to fixed effects

b is a vector of fixed effects (sex, parity, season, year of birth, birth type and feed group)

Z_1, Z_2 and Z_3 are incidence matrices relating direct, maternal and maternal permanent environment effects to y

a and m are correlated random vectors for direct and maternal effects

c is an uncorrelated random vector for the maternal permanent environmental effect, and

e is a random vector associated with error.

Direct (h^2_a) and maternal (h^2_m) heritabilities, genetic (r_{am}) and phenotypic (r_p) correlations between direct and maternal genetic effects were obtained from observable (co)variance components as follows:

$$h^2_a = \sigma^2_a / \sigma^2_p$$

$$h^2_m = \sigma^2_m / \sigma^2_p$$

$$r_{am} = \sigma_{am} / \sigma^2_p$$

$$r_p = \sigma^2_e / \sigma^2_p \text{ where}$$

σ^2_a is the direct additive genetic variance component

σ^2_m is the maternal additive genetic variance component

σ^2_e is the environmental variance

σ^2_p is the total phenotypic variance component

r_{am} is the genetic correlation between direct and maternal genetic effects, and

σ_{am} is the direct maternal genetic covariance.

Table I

Summary of data structure

FG	Prog.	Rams	Ewes	Prog./sire	Prog./ewe	Dam/sire
S	262	9	80	29.11	3.28	8.89
ST	156	8	48	19.50	3.25	6.00
T	137	6	46	22.83	2.98	7.67
NST	55	6	25	9.17	2.20	4.17

FG: feed group; Prog.: progeny; S: supplementation group; ST: supplementation and treatment group; T: treatment group; NST: no supplementation and no treatment feed group

■ RESULTS

Factors affecting the birth weight

The birth weight of the Fulbe sheep was significantly affected by sex ($P < 0.05$), birth type ($P < 0.001$), parity ($P < 0.01$), season of birth ($P < 0.05$), year of birth ($P < 0.05$) and feed group ($P < 0.05$). These effects accounted for 26.86% of the total variation (Table II). Single lambs were 0.45 kg heavier than twin lambs. There was a consistent increase in BWT from the first to the fourth parity. Heavier lambs averaging 2.36 kg were produced in the cold dry season (season 1), followed by the hot dry season (season 2) with an average of 2.34 kg. Ewes that were vaccinated against *peste des petits ruminants*, treated against internal and external parasites, and supplemented with cottonseed cake produced the heaviest lambs at birth (2.39 kg).

Factors affecting the litter birth weight

Sex of lamb ($P < 0.001$), birth type ($P < 0.001$), parity ($P < 0.05$), season of birth ($P < 0.05$), year of birth ($P < 0.05$) and feed group ($P < 0.01$) also significantly affected LBWT and accounted for about 34.20% of the total variation (Table II). Heavier LBWT (3.97 kg) were produced from mixed litters. The lower BWT for twin births (2.03 kg) was offset by heavier LBWT (3.10 kg).

The ewes that were supplemented, vaccinated against PPR and treated against external and internal parasites produced the heaviest litters (3.96 kg) as was the case with BWT.

Estimates of genetic parameters

Estimates for (co)variance components for birth weight and litter birth weight are presented in Table III. With the exception of direct variance, the estimates for maternal, direct maternal, phenotypic, environmental (co)variance components for litter birth weight were higher than corresponding estimates for birth weight. However, corresponding estimates for direct and maternal heritabilities for birth weight were higher. The direct and maternal heritability estimates were 0.61 and 0.32, 0.30 and 0.27 for birth weight and litter birth weight, respectively. Corresponding estimates for direct maternal genetic and phenotypic correlations were -0.48 and -0.65, and 0.28 and 0.57, respectively.

■ DISCUSSION

The least square estimates for BWT obtained in the present study were lower than reported estimates for the same breed (5). This may be attributed to differences in sample size and management systems. However, the significant effects of sex, birth type, parity,

Table II

Least squares means (standard error) of birth weight (BWT) and litter birth weight (LBWT) according to fixed effects

Effect	Num.	BWT	(SE)	Num.	LBWT	(SE)
μ	610	2.23	(0.06)	497	2.83	(0.11)
Sex		*			***	
Male	300	2.35	(0.07)	215	2.73	(0.25)
Female	310	2.28	(0.07)	223	2.64	(0.23)
Mixed				59	3.97	(0.38)
Birth type		***			***	
Single	384	2.48	(0.07)	382	2.50	(0.20)
Double	226	2.03	(0.07)	115	3.96	(0.21)
Parity		**			*	
1	210	2.08	(0.22)	171	2.53	(0.33)
2	146	2.33	(0.23)	117	2.91	(0.42)
3	116	2.53	(0.17)	95	3.07	(0.40)
4	99	2.49	(0.18)	82	3.07	(0.26)
5	39	2.33	(0.25)	32	2.83	(0.45)
Season of birth		*			*	
1	191	2.36	(0.13)	190	3.03	(0.26)
2	179	2.34	(0.10)	113	2.79	(0.17)
3	240	2.25	(0.12)	194	2.77	(0.24)
Year of birth		*			*	
1994	190	2.08	(0.11)	135	2.82	(0.20)
1995	212	2.45	(0.10)	173	2.94	(0.33)
1996	208	2.37	(0.10)	189	2.75	(0.21)
Feed group		*			**	
S	262	2.34	(0.08)	209	2.89	(0.11)
ST	156	2.39	(0.09)	124	3.10	(0.12)
T	137	2.23	(0.10)	116	2.63	(0.12)
NST	55	2.10	(0.11)	48	2.41	(0.14)

μ : overall mean; S: supplementation group; ST: supplementation and treatment group; T: treated group; NST: no supplementation no treatment group
* $P < 0.05$; ** $P < 0.01$; *** $P < 0.001-0.0001$

Table III

(Co)variance components and heritabilities for direct and maternal components for birth weight (BWT) and litter birth weight (LBWT) for Fulbe sheep

Parameter	Birth weight	Litter birth weight
σ_a^2	2016.647	1536.634
σ_m^2	1046.054	1382.785
σ_{am}	-703.671	-940.267
σ_e^2	933.323	2945.870
σ_p^2	3313.352	5203.952
h_a^2	0.61	0.30
h_m^2	0.32	0.27
r_{am}	-0.48	-0.65
r_p	0.28	0.57

σ_a^2 : direct additive variance; σ_m^2 : maternal additive variance; σ_{am} : direct maternal covariance; σ_e^2 : environmental variance; σ_p^2 : total phenotypic variance; h_a^2 : direct heritability; h_m^2 : maternal heritability; r_{am} : direct maternal genetic correlation; r_p : direct maternal phenotypic correlation

season and year of birth have been reported for the breed (5). The significant season of birth effect on birth weight and litter birth weight can be attributed to seasonal variations associated with nutritional problems, climatic stress and incidence of diseases so pronounced in the area of study. These variations affect forage availability (9) given that the rainy season is usually a period associated with the growth of high nutritive forages. This favors the production of heavy lambs from ewes conceived during this season. Ewes that lambed during the cold dry or hot dry seasons could have conceived in the early or latter part of the rainy season. The fetus benefited from a better maternal (uterine) environment, as abundant and relatively rich rainy season pastures provided better nutrition to the ewe.

The supplementation and treatment of lambing ewes simply created a more favorable uterine environment for the fetus. The significant effect of parity on BWT may be attributed to the fact that primiparous ewes are still growing and they must provide for their own growth in addition to the fetal demand (9). With increase in parity, growth demands of the ewe decrease and as a result more is available for the fetus. Montgomery *et al.* (10) associate the increase of litter with the increase in parity to the fact that the increase in age and body weight causes an increase in the ovulation rate.

Estimates for direct heritability were higher than corresponding maternal estimates for both birth and litter birth weights. These high and moderate estimates of direct heritability indicated that there were distinct possibilities of improving birth weight and litter birth weight through selection of own performance. However, a high selection intensity for own performance might in the long run be detrimental to the maternal performance because of the high genetic antagonism between direct and maternal effects for birth and litter birth weights. Estimate of direct heritability (0.61) for birth weight in the present study was quite high compared to the reported estimate (0.35) for the same breed from the regression of the lamb birth weight on birth weight of the ewe (5). This estimate

was also higher than those reported by Osinowo *et al.* (12), Bathaei and Leroy (1), Fall *et al.* (8), Strickberger (14), Djemali *et al.* (4), Inyangala *et al.* (9) and El Fadili *et al.* (7) for Yankasa, Mehraban Iranian fat-tailed, Djallonke, Shropshire, Barbarine, Dorper and Timahdite sheep breeds, respectively. Conversely, the estimate for maternal heritability (0.32) obtained in the present study was lower compared to estimates obtained for Timahdite and crossbred lambs in Morocco. Differences in the estimates might result from unwanted variations due to environmental differences, management differences, breed differences and influence of genotype and environmental interaction.

There are no reports in the literature on genetic and phenotypic correlations for the Fulbe sheep. However, the negative genetic correlation estimates (-0.48 and -0.65) reported in the present study were lower compared to those reported by El Fadili *et al.* (7). However, the high negative genetic correlation estimates indicated that direct selection for increase BWT and LBWT were associated with a decline in maternal performance. The phenotypic correlation between direct and maternal effects was moderate for the birth weight (0.28) and high for the litter birth weight (0.57), indicating that environmental factors contributed more positively to determine the litter birth weight than the birth weight.

CONCLUSION

Sex, season of birth, year of birth, birth type, parity and feed group significantly affected birth and litter birth weights. Heavier lambs or higher litter weights occurred in the cold and hot dry seasons. It may be therefore necessary to program exposing breeding ewes to rams at the end (September) and/or beginning (June) of the rainy season so that lambing (for higher birth weights) could take place in the cold or hot dry season. Conversely, to reduce high risk of dystocia (lower birth weights) the ewes could be exposed for rainy season lambing. Estimates for direct heritability were high for birth weight and moderate for litter birth weight. Estimates for genetic correlation between direct and maternal effects were high and negative. These indicate a high genetic antagonism between the direct and maternal effects.

Acknowledgments

The authors gratefully acknowledge the financial assistance from the Regional Small Ruminant Project for Cameroon and Chad. They also appreciate the contributions of Messrs J. Choupamou and C. Nassourou for data collection.

REFERENCES

- BATHAEI S.S., LEROY P.L., 1994. Genetic parameters for pre-weaning growth traits of the Mehraban Iranian fat-tailed sheep. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **47**: 235-238.
- BOLDMAN K.G., KRIESE L.A., VAN VLECK L.D., KACHMAN S.D., 1995. A manual for use of MTDREML. A set of programs to obtain estimates of variances and covariances. Lincoln, NE, USA, USDA-ARS.
- CARDINALE E., NGO-TAMA A.C., NJOYA A., 1996. Elevage des petits ruminants. Connaissance et amélioration de la productivité. In : Agriculture des savanes du Nord-Cameroun, Commun. présentée à l'Atelier d'échange, Garoua, Cameroun, 25-29 novembre 1996, p. 97-109.
- DJEMALI M., ALOULOU R., BENSASI M., 1994. Adjustment factors and genetic and phenotypic parameters for growth traits of Barbarine lambs in Tunisia. *Small Ruminant Res.*, **13**: 41-47.
- EBANGI A.L., MBAH D.A., NGO-TAMA A.C., 1996. Impact of genetic and environmental factors on birth weight of Fulbe sheep in Cameroon. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **49**: 178-182.

6. EBANGI A.L., NWAKALOR L.N., MBAH D.A., ABBA D., 1996. Factors affecting the birth weight and neonatal mortality of Massa and Fulbe sheep breeds in a hot and dry environment, Cameroon. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **49**: 349-353.
7. EL FADILI M., MICHAUX C., BOULANOUAR B., LEROY P.L., 2000. Environmental and genetic effects on growth in Timahdite and crossbred lambs in Morocco. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **53**: 75-83.
8. FALL A., DIOP M., SANFORD J., WISSOCQ Y.J., DURKIN J., TRAIL J.C.M., 1981. Evaluation des productivités des ovins Djallonké et des taurins N'Dama au Centre de recherches zootechniques de Kolda, Sénégal. Addis Abeba, Ethiopie, Cipea, 74 p. (Rapport de recherches n° 3)
9. INYANGALA B.A.O., REGE G.A.O., ILTUYA S., 1991. Growth traits of the Dorper sheep II. Genetic and phenotypic parameters. In: Proc. 1st Biennial Conf. African Small Ruminant Research Network, Nairobi, Kenya, 10-14 December 1990. Nairobi, Kenya, ILRAD, p. 517.
10. MONTGOMERY G.W., KELLY R.W., DANS G.H., ALLISON A.J., 1985. Ovulation rate and oestrous synchronisation in Boorola genotypes: Some aspects of age, season and nutrition. In: Land R.B., Robinson D.W., Genetics of reproduction in sheep. London, UK, Butterworths.
11. NJOYA A., NGO-TAMA A.C., AWA D.N., 1995. Influence of protein supplementation on primiparous ewes during gestation on birth weight and perinatal mortality of lambs in the Sudano-Sahelian Cameroon. *Ann. Zootech.*, **44** (suppl.): 331.
12. OSINOWO O.A., ABUBAKAR B.Y., TRIMNELL A.R., 1993. Genetic and phenotypic relationships between gestation length, litter size and litter birth weight in Yankasa sheep. *Anim. Rep. Sci.*, **34**: 111-118.
13. SAS, 1991. SAS/STAT Guide for personal computers, Version 6.03. Cary, NC, USA, SAS Institute.
14. STRICKBERGER M.W., 1996. Genetics, 2nd Edn. New York, NY, USA, Macmillan, p. 306.

Accepté le 04.02.2002

Résumé

Ebangi A.L., Njoya A., Ngo-Tama A.C., Awa D.N., Mbah D.A. Paramètres génétiques et phénotypiques des caractères du poids à la naissance chez les moutons Foulbé au Camroun

De 1993 à 1996 les données sur le poids à la naissance de 610 agneaux issus de 199 brebis Foulbé primipares, saillies au hasard par 21 béliers, ont été recueillies à la Station polyvalente de Recherche agricole pour le développement de Garoua. Les données ont été utilisées pour identifier et quantifier les facteurs affectant le poids à la naissance (PN) et le poids de la portée à la naissance (PPN), et pour obtenir les estimations des héritabilités directe et maternelle ainsi que les corrélations génétiques et phénotypiques entre les effets direct et maternel. Les résultats ont montré que, respectivement, 26,86 et 34,20 p. 100 de la variabilité du PN et du PPN étaient expliqués par le sexe, la saison et l'année de naissance, la parité, le type de naissance et le type d'aliment. Des agneaux plus lourds (2,36 kg) ont été produits pendant la saison sèche froide (octobre à janvier). Les portées mixtes avaient des poids significativement plus élevés (3,97 kg) que celles composées uniquement de mâles (2,73 kg) ou de femelles (2,64 kg). Les estimations de l'héritabilité directe et maternelle ont été respectivement de 0,61 et 0,32 pour le PN et de 0,30 et 0,27 pour le PPN. Les estimations pour les corrélations génétiques et phénotypiques entre les effets direct et maternel ont été respectivement de -0,48 et 0,28 pour le PN, et de -0,65 et 0,57 pour le PPN. Toutefois, en raison des estimations élevées mais négatives de la corrélation génétique, la sélection à long terme sur la performance directe portant sur le PN ou le PPN affecte de façon négative la performance maternelle.

Mots-clés : Ovin - Mouton Foulbé - Poids à la naissance - Héritabilité - Paramètre génétique - Corrélation génétique - Cameroun.

Resumen

Ebangi A.L., Njoya A., Ngo-Tama A.C., Awa D.N., Mbah D.A. Parámetros genéticos y fenotípicos de los caracteres de peso al nacimiento en ovejas Fulbé en Camerún

Se recolectaron datos sobre el peso al nacimiento de 610 corderos producidos por el cruce al azar de 21 corderos con 199 ovejas Fulbé, entre 1993 y 1996, en el Instituto de Investigación Agrícola para el Desarrollo, Estación de Investigación de Garua. Los datos se utilizaron para identificar y cuantificar los factores que afectan el peso al nacimiento (BWT) y peso al nacimiento de la camada (LBWT), así como para estimar caracteres hereditarios directos y maternos, correlaciones fenotípicas y genéticas entre los efectos directos y maternos. Los resultados indican que una variabilidad de 26,86% en el BWT y de 34,20% en el LBWT fue provocada por el sexo, estación de nacimiento, año de nacimiento, paridad, tipo de parto y grupo alimenticio. Los corderos más pesados (2,36 kg) fueron producidos durante la estación seca y fría (octubre a enero). Las camadas mixtas (3,97 kg) presentaron pesos significativamente más altos que las camadas compuestas por solo machos (2,73 kg) o solo hembras (2,64 kg). Las estimaciones para la herencia directa y materna fueron de 0,61 y 0,32 para BWT y 0,30 y 0,27 para LBWT. Las estimaciones para las correlaciones fenotípicas y genéticas entre los efectos directo y materno fueron de -0,48 y 0,28 para BWT y -0,65 y 0,57 para LBWT. Debido a las altas estimaciones negativas para la correlación genética, la selección a largo plazo sobre el rendimiento propio, sea para BWT o LBWT afectará adversamente el rendimiento materno.

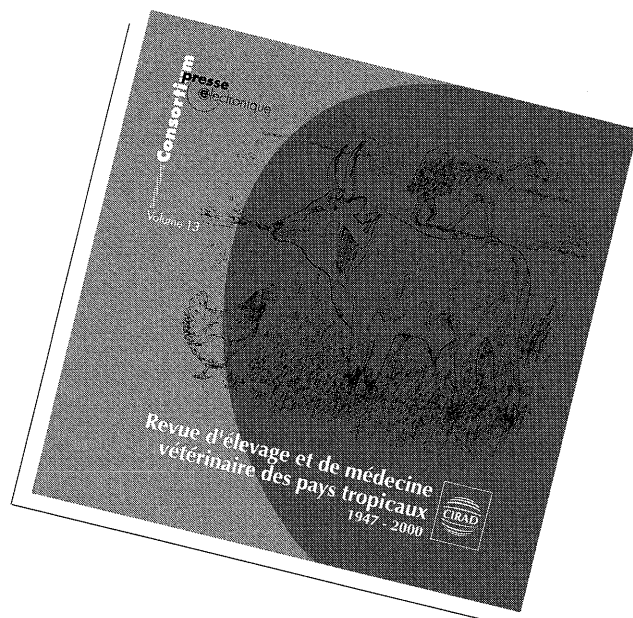
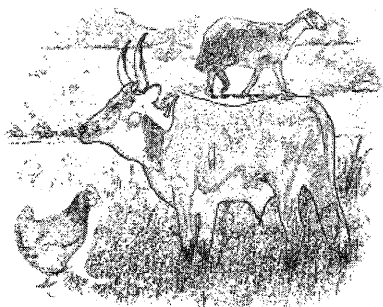
Palabras clave: Ovino Foulbe - Peso al nacimiento - Heredabilidad - Parámetro genético - Correlación genética - Camerún.

Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux 1947 – 2000

Revue en texte intégral • Volume 13

Trois cédéroms • PC ou Macintosh

Ces cédéroms proposent le texte intégral des articles publiés dans *la Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux* de 1947 à 2000 (plus de 20 000 pages). Cette revue permet aux chercheurs de publier des travaux sur la santé animale, les ressources alimentaires et les productions animales dans les régions tropicales et subtropicales en prenant en compte l'environnement, les systèmes pathogènes et les dynamiques de systèmes pastoraux et agro-pastoraux.



Cirad, 2001

ISBN : 2-87614-486-7, texte en français,
résumés en anglais et en espagnol
Réf : 856, prix : 60 €

Créé dans le cadre du projet
« Université virtuelle francophone »
de l'Agence universitaire de la Francophonie,
le Consortium de presse électronique (Cpe)
réunit des éditeurs scientifiques
des pays du Sud et du Nord. Son principal
objectif est de rendre accessible sous forme
électronique (cédérom et internet) des revues
du domaine des sciences agronomiques
et vétérinaires. Le Cpe contribue au transfert
de technologies des pays du Nord vers ceux du Sud.



Centre de coopération internationale en recherche
agronomique pour le développement

Diffusion : La librairie du Cirad
TA 283/04 - 34398 Montpellier Cedex 5 - France
www.cirad.fr

Semen Characteristics of Local Breeder Cocks in the Sahel Region of Nigeria

G.S. Bah¹ S.U.R. Chaudhari² J.D. Al-Amin²

Key words

Chicken - Cock - Semen - Seasonal variation - Sahel - Nigeria.

Summary

Semen characteristics of local cocks (60.9 ± 10.6 weeks old) in the Sahel region of Nigeria were recorded from May to September 1998. Mean values (± SD) were: semen volume 0.28 ± 0.14 ml, sperm concentration 2.26 ± 1.08 × 10⁹ sperm/ml, total sperm count 0.64 ± 0.44 × 10⁹ sperm/ejaculate, percentage of live spermatozoa 86.6 ± 8.4%, individual motility 73.9 ± 0.2%, pH 7.4 ± 0.2, and abnormal spermatozoa 11.6 ± 8.5%. Sperm concentration, total sperm count and semen volume were positively correlated ($r = 0.25$, 0.24 and 0.16 , respectively) to the individual motility of the spermatozoa. The percentage of abnormal spermatozoa tended to decrease as the number of either motile or live spermatozoa increased ($r = -0.42$, $r = -0.30$). Significant ($p < 0.05$) variations in semen characteristics were observed between the cocks within the rainy season. Sperm concentration increased from May and peaked in August. The frequency distribution of the semen volume was bimodal with values of 0.13 and 0.38 ml. There was a positive correlation between the semen volume and the total sperm count, which suggested that the sperm output of the local cocks might be improved through selection for higher semen volume (0.38 ml).

INTRODUCTION

The local chicken in Nigeria has been studied and its potential for meat and egg production reported (12). It supplies most of the poultry meat consumed in the country. It is assumed that there is only one type of local chicken in Nigeria even though the Hausa and Fulani settlers in Northern Nigeria recognize by name at least 15 varieties of local chickens (6).

The local chicken is present in village economies. It lives off carrion and is exposed to unplanned breeding, a harsh environment and diseases. It has a light body weight, lays small eggs, reaches maturity early and is nonetheless well adapted to its harsh environment and disease exposure (12). Nwosu and Omeje reported that local cocks possessed dominant genes for egg production, early maturity and hardiness of pullets and that their offspring survived better than those of exotic breeds (13). Different methods have been described on semen collection from chicken (18) and on factors affecting semen quality (2, 4, 14, 17). Semen characteristics of some breeds of cocks have been reported (7, 10, 11, 18).

In Nigeria, semen from some exotic breeder cocks were characterized (11). Seasonal variation in the semen quality of guinea fowl was recorded (16), as well as the fertility and hatchability of eggs from exotic hens inseminated with semen from local cocks (15). The fertility (45.8%) and hatchability (37.5%) were low indicating that further studies were required to determine semen quality and responsible factors. There is no report on the semen quality and quantity of the local cocks in the Sahel region of Nigeria. The aim of this project was therefore to study the characteristics of semen and sperm output of the local cocks in the Sahel region of Nigeria.

MATERIALS AND METHODS

Seventeen local breeder cocks (50-86 weeks old) weighing 1.15 to 2.14 kg were randomly purchased from local chicken breeders in Maiduguri in the Sahel region. The cocks were dewormed with albendazole (Samzole[®], Animal Care), caged individually in 1.0 ft³ cages and fed with growers' mash.

The semen was collected from the cocks by the abdominal massage method (3). Collections were on Mondays, Wednesdays and Fridays between 8:00 and 10:00 am from May to September 1998 during the rainy season. The rainy season is short while the long dry season is characterized by the cold dry (hamattan) period followed by the hot dry period. Table I shows weather characteristics during the period of the study.

1. Catholic Mission Njindom, PO Box 31, Mbengwi, Momo Division, North West Province, Cameroon

2. Department of Veterinary Surgery and Reproduction, Faculty of Veterinary Medicine, University of Maiduguri, PMB 1069, Maiduguri, Nigeria

Table I

Mean weather characteristics in Maiduguri in 1998

	Max. temp. (°C)	Min. temp. (°C)	Rainfall (mm)	Relative humidity
April	42.0	24.6	0	26
May	40.0	27.1	4.5	4.2
June	38.4	26.2	108.4	49
July	31.3	23.2	210.2	70
August	32.6	23.0	230.4	69
September	34.0	23.1	96.6	64
October	38.1	21.6	12	31
November	37.4	19.1	0	20
Total annual rainfall			662.1	

■ RESSOURCES ANIMALES communication

A graduated centrifuge tube (10 ml) was used to collect the semen, from which semen volume and color were recorded. A pH paper (ROTA®, M&B) was used to record the pH. The wave pattern, individual motility, percentages of live/dead and abnormal/normal spermatozoa were evaluated as described by Zemjanis (20). Eosin/nigrosin stains were used on smears for live/dead and abnormal/normal sperm cell counts. The smears were then dried on a warmer slide and observed immediately with a light microscope at high power magnification (x 1000). Dead cells picked up the eosin stain, while live cells did not. An improved Neubauer hemocytometer and red blood cell pipette were used to determine sperm concentration (3), while 1% formal saline was used as spermicidal diluent for semen. Sperm count was done as described by Hafez (3) with a light microscope (x 400). Sperm concentration was calculated by multiplying the number of sperm cells counted by the multiplying factor of the chambers counted and the dilution factor of the semen. Total sperm count was then calculated by multiplying sperm concentration by semen volume (3).

Data were summarized as mean plus or minus the standard deviation. Correlation coefficients between parameters and analysis of variance between cocks and within season were computed using SPSS software.

■ RESULTS

Data on semen characteristics are presented in Table II and the frequency distribution of sperm concentration, total sperm count

and semen volume in Figures 1, 2 and 3, respectively. Significant variations ($p < 0.001$) were observed in the eight semen characteristics (sperm concentration, total sperm count, semen volume, live sperm, individual motility, gross motility, pH and abnormal spermatozoa) between the local cocks (Table III). These variations did not however follow any phenotypic line of the cocks.

The concentration of sperm in the semen of the local cocks was normally distributed with a modal class of $1.75-2.00 \times 10^9$ sperm/ml. The majority of the ejaculates had less than 1.25×10^9 spermatozoa and clustered around $0.50-0.75 \times 10^9$ sperm per ejaculate class. The distribution of total sperm count per ejaculate of the local cocks was skewed to the right. A similar distribution was also observed in the percentage of abnormal sperm and in the semen volume. The semen volume was also bimodally distributed with 0.13-0.19 ml and 0.38-0.44 ml as modal classes. The frequency distributions of percentage of live spermatozoa, individual motility and gross motility showed negative skewness with modal classes at 90-92.5%, 80-90% and 3.0-4.0%, respectively. The pH of 86% of the ejaculates was 7.5, while it was 7.0 for the remaining 14%. The semen color varied between opalescent (5.5%), milky (45.9%) and creamy-white (48.6%).

The percentage of abnormal spermatozoa tended to decrease as the number of either motile or live spermatozoa increased. Significant positive correlations (Table IV) existed between individual motility and sperm concentration or total sperm count and between semen volume and total sperm count. Semen volume, sperm

Table II

Semen characteristics of local cocks in the Sahel region of Nigeria (n = 299)

Parameter	Mean ± SD	Range
Semen volume (ml)	0.28 ± 0.14	0.05-0.75
Sperm concentration (x 10 ⁹ spermatozoa/ml semen)	2.26 ± 1.08	0.003-5.344
Total sperm count (x 10 ⁹ spermatozoa/ejaculate)	0.64 ± 0.44	0.0001-2.99
Abnormal spermatozoa (%)	11.55 ± 8.50	1.3-60.3
Live spermatozoa (%)	86.66 ± 8.4	56.3-99.4
Individual motility (%)	73.9 ± 14.5	10-90
Gross motility	3.2 ± 0.7	0-4
PH	7.4 ± 0.2	7.0-7.5

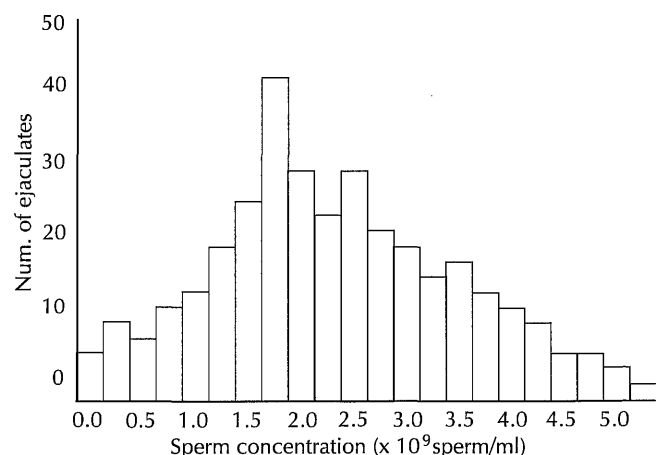


Figure 1: Distribution of sperm concentration of local cocks in the Sahel region of Nigeria (n = 299).

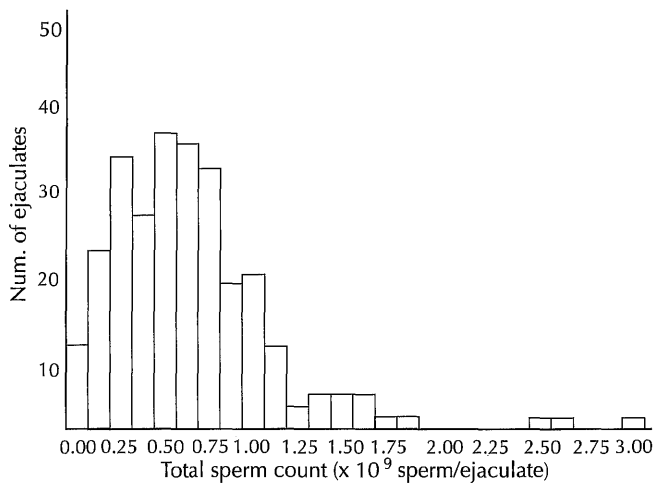


Figure 2: Distribution of total sperm count of local cocks in the Sahel region of Nigeria (n = 299).

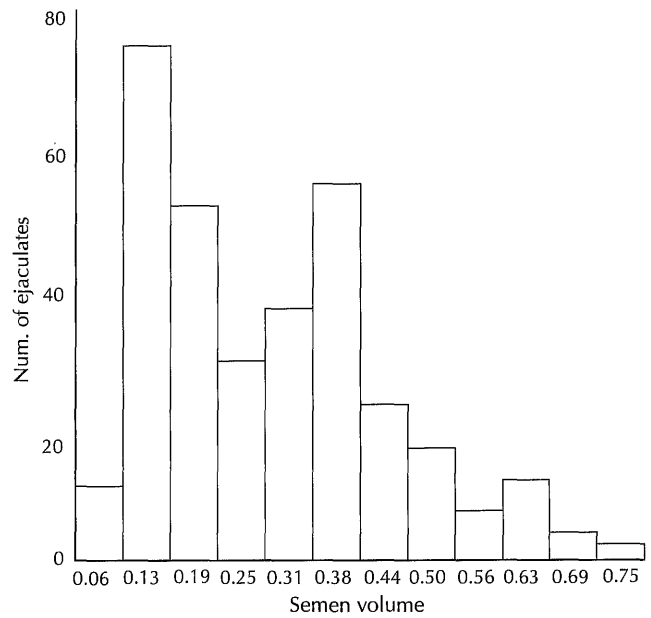


Figure 3: Distribution of semen volume of local cocks in the Sahel region of Nigeria (n = 299).

Table III

Analysis of variance (ANOVA) of semen characteristics of local cocks in the Sahel region of Nigeria

Source of variation	Degrees of freedom	Mean squares						
		% abnormal sperm	% live sperm	Sperm concentration	Total sperm	Semen volume	Gross motility	Individual motility
Between cocks	16	419.669**	253.664**	5.599**	0.581**	0.120**	3.378**	1802.455*
Within cocks (error)	288	48.145	48.144	0.917	0.176	0.012	0.335	118.751

* p < 0.01
 ** p < 0.001

Table IV

Correlation coefficient matrix of semen characteristics of local cocks in the Sahel region of Nigeria (n = 299)

	Abnormal sperm	Individual motility	Live sperm	Sperm concentration	Semen volume	Sperm output	Gross motility
Abnormal sperm	1.000						
Individual motility	-0.42 (p < 0.01)	1.000					
Live sperm	-0.30 (p < 0.01)	0.36 (p < 0.01)	1.000				
Sperm concentration	-0.04 (p > 0.05)	0.25 (p < 0.01)	0.07 (p > 0.05)	1.000			
Semen volume	-0.10 (p > 0.05)	0.16 (p < 0.05)	0.13 (p > 0.05)	-0.02 (p > 0.05)	1.000		
Sperm output	-0.07 (p > 0.05)	0.24 (p < 0.01)	0.10 (p > 0.05)	0.61 (p < 0.01)	0.66 (p < 0.01)	1.000	
Gross motility	-0.31 (p < 0.01)	0.78 (p < 0.01)	0.25 (p < 0.01)	0.21 (p < 0.01)	0.14 (p < 0.05)	0.22 (p < 0.01)	1.000

concentration and total sperm count were not significantly correlated to the percentage of morphologically abnormal spermatozoa. There was no significant correlation between sperm output and live body weight of the cocks.

Semen characteristics varied significantly ($P < 0.001$) during the rainy season (Table V). The highest value of sperm concentration was recorded in July, while those for semen volume and total sperm count in August (Table VI). The semen volume was significantly ($P < 0.05$) higher on Mondays than on Fridays, while sperm concentration was the opposite (Table VI). However, these variations did not affect the total sperm count per ejaculate between the collection days. Statistical analysis indicated significant variations in semen volume between cocks. The mean semen volume equal to or greater than 0.32 ml was significantly higher ($P < 0.05$) than that with lesser volumes.

■ DISCUSSION

Semen evaluation is an essential aspect in the assessment of the breeding soundness of any male animal. Values have been denoted for each of the semen characteristics above or below which the semen may be judged to be good for artificial insemination (AI) provided that certain sperm defects associated with sterility or

infertility are not present (3, 20). The local cocks possessed dominant genes for egg production, early maturity of pullets and hardiness (13) and, when crossed with exotic hens, their offspring survived better than those of the reversed pairing.

Values of semen characteristics of the local cocks were within the acceptable range for AI (3). However, the semen volume and sperm output were on the lower side of the acceptable range (0.2-0.5 ml and 0.6-3.5 billions, respectively). High sperm output makes breeding economical (high female to male ratio) and AI feasible. A 0.05 ml aliquot of whole semen (19) or 100-200 million viable chicken spermatozoa (3) are needed per insemination for high fertility to be maintained. Significant differences were observed between the local cocks in all the semen characteristics. This was expected because of the heterogenetic nature of the local chickens, which are yet to be classified in the breeds.

The mean semen volume of 0.32 ml and above was significantly higher ($P < 0.05$) than that with lower values, and the distribution of the semen volume indicated two groups of ejaculates. Since the semen volume was positively correlated with the total sperm count, selecting local cocks for higher semen volume could also select them for higher sperm output. The relationship between semen volume and production trait is yet to be established. A two-way analysis of variance indicated that the semen volumes were significantly influenced by the day and month of collection.

Table V

Two-way ANOVA of some semen characteristics of local cocks in the Sahel region of Nigeria during the rainy season

Sources of variation	Degree of freedom	Mean squares			
		Sperm concentration	Total sperm count	Semen volume	Individual motility
Between months	4	20.05 ($p < 0.01$)	0.92 ($p < 0.01$)	0.16 ($p < 0.01$)	1454.93 ($p < 0.01$)
Between days of collection	2	3.41 ($p < 0.05$)	0.001 ($p > 0.05$)	0.06 ($p < 0.05$)	60.63 ($p > 0.05$)
Within subgroup and residual	299	0.9	0.19	0.02	191.15

Table VI

Mean values of semen characteristics of local cocks in the Sahel region of Nigeria with respect to days and months of semen collection

Variables	Means \pm standard deviation			
	Sperm concentration ($\times 10^9$ sperm/ml)	Total sperm count ($\times 10^9$ sperm/ejaculate)	Semen volume (ml)	Individual motility (%)
Grand mean	2.262 \pm 1.098 ^c	0.642 \pm 0.440	0.28 \pm 0.14 ^{ab}	73.85 \pm 14.46
Mondays	2.422 \pm 1.085 ^c	0.638 \pm 0.493	0.25 \pm 0.14 ^a	72.87 \pm 14.95
Wednesdays	2.219 \pm 1.123 ^c	0.640 \pm 0.403	0.28 \pm 0.13 ^{ab}	75.05 \pm 13.99
Fridays	2.055 \pm 1.064 ^b	0.628 \pm 0.426	0.30 \pm 0.14 ^b	74.04 \pm 14.51
May	0.932 \pm 0.700 ^a	0.281 \pm 0.245 ^a	0.26 \pm 0.14 ^{ab}	77.22 \pm 5.65 ^{bc}
June	2.144 \pm 1.184 ^c	0.518 \pm 0.436 ^b	0.22 \pm 0.10 ^a	66.47 \pm 14.94 ^a
July	2.814 \pm 1.003 ^d	0.691 \pm 0.371 ^c	0.24 \pm 0.11 ^a	71.65 \pm 16.87 ^b
August	2.401 \pm 0.992 ^c	0.749 \pm 0.502 ^c	0.32 \pm 0.16 ^b	78.04 \pm 8.62 ^c
September	1.730 \pm 0.814 ^b	0.629 \pm 0.457 ^{cb}	0.32 \pm 0.14 ^b	78.29 \pm 12.63 ^c

a, b, c, d Mean values in the same column with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$)

The concentration of spermatozoa in the semen of the local cocks was higher than 1.2 billion (11), 2.0 billion (7, 18) sperm/ml semen but lower than 4.1 billion sperm/ml (8, 10) in broiler cocks and 7.0 billion sperm/ml (3) that were reported. The percentage of live spermatozoa of the local cocks was similar to values reported for the Deshi fowl and its hybrids (18) but lower than 93.8 and 97% reported by Holeppagol *et al.* (5) and Bajpai (1), respectively. Sperm motility tended to have a negative relationship with abnormal spermatozoa. The observed sperm abnormalities (double head, looped head, knotted head and double tail) indicated disturbances of spermatogenesis. It may be necessary to carry out fertility trials on the effects of these abnormalities on the fertility of the local cocks, though the mean value of the percentage of abnormal spermatozoa was similar to previously reported values (5, 7, 18).

Unsuccessful attempts were made to collect artificially semen in March, April and early May, when the maximum daily room temperature varied between 40-43°C with no rainfall. When it started raining in late May, the ambient temperature gradually dropped from 40 to 31.3°C in July and increased to 38.1°C in October; similarly, semen characteristics improved in quality. The seasonal variation in semen traits of guinea fowls (16) in Nigeria is attributed to changes in temperature, rainfall and relative humidity. An elevated body temperature (41.8°C) does not affect spermatogenesis in chickens (8). But when the ambient temperature goes up to 43°C, infertility due to heat stress is not uncommon. Frequency of semen collection may affect semen characteristics (9). McDaniel and Sexton (9) reported that a 48-hour interval is required for long-term collection of semen from chicken. More frequent collection (daily) could be used if semen is to be collected for a short time only to avoid exhaustion of the animal. The collector effect does not significantly affect semen characteristics, although over stimulation tends to increase semen volume and decrease sperm concentration (2).

genesis in chickens (8). But when the ambient temperature goes up to 43°C, infertility due to heat stress is not uncommon. Frequency of semen collection may affect semen characteristics (9). McDaniel and Sexton (9) reported that a 48-hour interval is required for long-term collection of semen from chicken. More frequent collection (daily) could be used if semen is to be collected for a short time only to avoid exhaustion of the animal. The collector effect does not significantly affect semen characteristics, although over stimulation tends to increase semen volume and decrease sperm concentration (2).

CONCLUSION

The semen quality of local cocks in the Sahel region of Nigeria did not differ much from those reported in other breeds of chickens. However, it is important to select cocks with higher semen volume and total sperm count for breeding to obtain higher fertility. June, July and August seem to be the best breeding period for Sahelian chickens.

Acknowledgments

We are thankful to Mr Gabriel Opahiwa for his assistance in the laboratory.

REFERENCES

1. BAJPAI P.K., 1963. The effect of photoperiodicity on semen characteristics of poultry. *Poult. Sci.*, **42**: 462-465.
2. BENOFF F.H., ROWE K.E., FOUQUAY J.I., RENDEN J.A., ARSCOTTE G.H., 1981. Effect of semen collector on semen volume and sperm concentration in broiler breeder males. *Poult. Sci.*, **60**: 1062-1065.
3. HAFEZ E.S.E., 1987. Techniques for improving reproductive efficiency. In: *Reproduction in farm animals*, 5th Edn. Philadelphia, PA, USA, Lea and Febiger, p. 455-497.
4. HOCKING P.M., BERNARD R., 1997. Effects of dietary crude protein content and food intake on production of semen in two lines of broiler breeder males. *Br. Poult. Sci.*, **38**: 199-202.
5. HOLEPPAGOL S.S., SIDHU N.S., BISHT G.S., 1994. Genetic group comparisons in live (normal) and dead (included abnormal) percentages of poultry spermatozoa. *Indian vet. Med. J.*, **18**: 88-91.
6. IBRAHIM M.A., ABDU P.A., 1992. Ethnoagro-veterinary perspectives of poultry management, health and production among the Hausa/Fulani of rural Nigeria. In: *Proc. 29th Annu. Gen. Meet. Niger., Vet. Med. Assoc.*, Kaduna, Nigeria, 27-30 October 1992, p. 172-181.
7. KESKIN O., TEKIN N., KGAY E., 1995. The principal spermatological characteristics of Denizli cocks. *Hay Vancilik Arastirma Ens. Derg.*, **35**: 87-99.
8. MCDANIEL C.D., BRAMWELL R.K., WILSON J.L., HOWARTH B. JR, 1995. Fertility of male and female broiler breeders following exposure to elevated ambient temperature. *Poult. Sci.*, **74**: 1029-1038.
9. MCDANIEL G.R., SEXTON T.J., 1977. Frequency of semen collection in relation to semen volume, sperm concentration and fertility in the chicken. *Poult. Sci.*, **56**: 1989-1993.
10. MOYA A., GONZALEZ M., CAPOTE M., 1996. Selection of white Leghorn cocks for artificial insemination. 1. Sire semen evaluation. *Rev. cubana Cienc. avicola*, **20**: 71-75.
11. NWAGU B.I., REKWOT P.I., ABUBAKAR B.Y., ONI O.O., ADEYINKA I.A., EGBUEDO U.C., 1996. Semen characteristics of Rhode Island red and white breeder cocks. *Niger. Anim. Prod.*, **23**: 1-4.
12. NWOSU C.C., 1979. Characterisation of the local chicken in Nigeria and its potential for egg and meat production. In: Olomu J.M., Offiong S.A., Buvanendra V., Osinowo O.A., Eds, *Proc. 1st Nat. Semin. Poult. Prod.*, Zaria, Nigeria, 11-13 December, p. 187-210.
13. NWOSU C.C., OMEJE S.S., 1983. Heterosis of short term egg production on animal production, Vol. 2. Nigeria, p. 109-110.
14. OMEJE S.I., UDE I., 1998. Effect of feed restriction on body weight and semen characteristics of native (broiler) cocks. *J. appl. Anim. Res.*, **14**: 81-86.
15. ONUORA G.I., 1979. Preliminary report of the use of artificial insemination between Nigerian cocks and exotic hens. *Niger. vet. J.*, **8**: 20-21.
16. ONUORA G.I., 1982. Seasonal variation in semen quality in the guinea fowls. *Niger. vet. J.*, **11**: 8-15.
17. SAEID J.M., AL-SOUDI K.A., 1975. Seasonal variation in semen characteristics of white Leghorn, New Hampshire and indigenous chicken in Iraq. *Poult. Sci.*, **16**: 97-102.
18. SARKA R., GHOSH B.B., BANDOPADHYAY S.K., CHOUDHURY R.R., GUPTA R.D., 1996. A study on the physical characters of semen of hybrid (broiler and layer) and Deshi cross fowl. *Indian Anim. Reprod.*, **17**: 55-57.
19. SMYTH J.R. JR, 1968. Perry E.J. Ed., *Poultry in the artificial insemination of farm animal*, 4th Edn. Piscataway, NJ, USA, Rutgers University Press, p. 258-300.
20. ZEMJANIS R., 1970. *Diagnostic and therapeutic technique in animal reproduction*, 2nd Edn. Baltimore, MD, USA, The Williams and Wilkins Company, p. 139-155.

Regu le 18.05.2000, accepté le 28.09.2001

Résumé

Bah G.S., Chaudhari S.U.R., Al-Amin J.D. Caractéristiques du sperme de coqs d'élevage locaux de la région sahélienne du Nigeria

Les caractéristiques du sperme de coqs locaux de la région sahélienne du Nigeria (âgés de $60,9 \pm 10,6$ semaines) ont été enregistrées de mai à septembre 1998. Les valeurs moyennes ont été de $0,28 \pm 0,14$ ml pour le volume du sperme, $2,26 \pm 1,08 \times 10^9$ spermatozoïdes/ml pour la concentration du sperme, $0,64 \pm 0,44 \times 10^9$ spermatozoïdes par éjaculat, $86,6 \pm 8,4$ p. 100 pour les spermatozoïdes vivants, $73,9 \pm 0,2$ p. 100 pour la motilité individuelle, $7,4 \pm 0,2$ pour le pH et $11,6 \pm 8,5$ p. 100 pour les spermatozoïdes anormaux. Les valeurs de la concentration du sperme, du nombre de spermatozoïdes total et du volume du sperme ont été corrélées positivement (valeurs respectives de $r : 0,25, 0,24$ et $0,16$) à la motilité individuelle des spermatozoïdes. Le pourcentage de spermatozoïdes anormaux a eu tendance à diminuer lorsque le nombre de spermatozoïdes mobiles ou vivants a augmenté ($r = -0,42, r = -0,30$). Des variations significatives ($p < 0,05$) dans les caractéristiques du sperme ont été observées entre les coqs lors de la saison des pluies. La concentration du sperme a augmenté à partir de mai atteignant une valeur maximale en août. La répartition des fréquences du volume du sperme a été d'ordre binaire avec des valeurs de $0,13$ et $0,38$ ml. Il y a une corrélation positive entre le volume du sperme et le nombre total de spermatozoïdes, suggérant que le nombre de ces derniers chez les coqs locaux peut être amélioré par la sélection du volume de sperme le plus important ($0,38$ ml).

Mots-clés : Poulet - Coq - Sperme - Variation saisonnière - Sahel - Nigeria.

Resumen

Bah G.S., Chaudhari S.U.R., Al-Amin J.D. Características del semen de gallos de cría locales en la región Sahariana en Nigeria

Se registraron las características del semen de gallos locales ($60,9 \pm 10,6$ semanas de edad) en la región del Sahara en Nigeria, entre mayo y setiembre de 1998. Los valores (\pm SD) medios fueron: volumen de semen $0,28 \pm 0,14$ ml, concentración de espermatozoides $2,26 \pm 1,08 \times 10^9$ espermatozoides/ml, conteo total de espermatozoides $0,64 \pm 0,44 \times 10^9$ espermatozoides/eyaculado, porcentaje de espermatozoides vivos $86,6 \pm 8,4\%$, motilidad individual $73,9 \pm 0,2\%$, pH $7,4 \pm 0,2$ y espermatozoides anormales $11,6 \pm 8,5\%$. Se encontró una correlación positiva entre la concentración espermática, el conteo total de espermatozoides y el volumen de semen ($r = 0,25, 0,24$ y $0,16$, respectivamente) con la motilidad individual de los espermatozoides. El porcentaje de espermatozoides anormales mostró tendencia a disminuir conforme el número de espermatozoides móviles o vivos aumentó ($r = -0,42, r = -0,30$). Se observaron variaciones significativas ($p < 0,05$) en las características del semen entre gallos durante la estación lluviosa. Las concentraciones de esperma aumentaron a partir de mayo, con un pico en agosto. La distribución de la frecuencia del volumen de semen fue bimodal, con valores de $0,13$ y $0,38$ ml. Se observó una correlación positiva entre el volumen de semen y el conteo total de espermatozoides, lo que sugiere que la salida de esperma de los gallos locales puede mejorar a través de la selección para mayores volúmenes de semen ($0,38$ ml).

Palabras clave: Pollo - Gallo - Semen - Variación estacional - Sahel - Nigeria.

Intérêt de l'acclimatation précoce dans les conditions de production des poulets de chair au Venezuela

V. De Basilio¹ I. Oliveros² M. Vilariño²
J. Diaz¹ A. Leon² M. Picard^{3*}

Mots-clés

Poulet de chair - Production - Adaptation - Température ambiante - Température corporelle - Mortalité - Venezuela.

Résumé

Au Venezuela, la production de poulets de chair intensive est efficace mais souffre de pertes économiques graves dont l'origine est une mortalité élevée due à la chaleur en finition. La technique d'acclimatation précoce testée avec succès en station de recherche consiste à exposer des poussins de cinq jours d'âge à une température élevée (35-38 °C) pendant 24 h. Deux expériences ont été réalisées pour valider cette technique dans les conditions de la production. Dans l'expérience 1, 35 200 poussins Ross ont été testés dans deux poulaillers. Dans le poulailler A, ils ont été acclimatés à 35 ± 2 °C et dans le poulailler NA ils ont été maintenus à 31 ± 2 °C. En dehors de cette période, les conditions d'élevage ont été maintenues semblables. Dans l'expérience 2, dans un seul poulailler de 12 650 poussins Ross, 970 poulets A ont été marqués à la patte droite et acclimatés à 38 ± 1 °C en utilisant deux cercles, et 970 témoins NA marqués à la patte gauche ont été maintenus dans deux cercles à 31 ± 1 °C. A six jours d'âge, les cercles ont été éliminés pour laisser les poussins se mêler aux autres animaux. Au cours des deux expériences, l'acclimatation précoce a induit des effets comparables à ceux obtenus en station expérimentale, soit une réduction de la température corporelle d'environ 0,20 °C et une réduction de la mortalité en période de finition. Dans l'expérience 2, le poids vif final des poulets A a augmenté de 94 g par rapport à celui des NA. Le protocole de l'expérience 2 présente moins de défauts que celui de l'expérience 1 pour des tests de validation pratique.

■ INTRODUCTION

Au Venezuela, les productions avicoles représentent 55 p. 100 des protéines d'origine animale consommées par l'homme (8). Au cours des six dernières années, le taux de croissance de la production de viande de volailles a été de 1,6 kg par habitant par an pour atteindre une consommation moyenne de 26,6 kg de viande de volailles (principalement de poulet) par habitant et par an en 2000 (9). La production de poulets est concentrée dans deux régions (Aragua et Zulia) de climat relativement chaud. De février à mai les températures ambiantes (TA) moyennes se situent entre 30 et 34 °C avec une hygrométrie supérieure à 50 p. 100 pendant la

phase diurne, réduisant la vitesse de croissance des poulets et faisant augmenter leur taux de mortalité moyen jusqu'à 10 p. 100 (12). Les pertes économiques dues à cette mortalité sont graves car elles affectent des poulets en finition (entre 5 et 6 semaines d'âge) qui ont consommé l'essentiel de leur aliment.

Les TA optimales pour la phase de finition des poulets de chair (4-6 semaines) se situent entre 20 et 25 °C (14, 22). Une augmentation de la TA de 20 à 35 °C peut réduire la vitesse de croissance de 20 à 25 p. 100 (23) et un « coup de chaleur » brutal à plus de 36 °C peut tuer près de la moitié de poulets en moins de 3 heures (20). De nombreuses solutions ont été évaluées pour réduire la TA ou améliorer les résultats d'élevage en conditions chaudes (1, 16, 19, 24). Les solutions nutritionnelles sont en général décevantes et les seules mesures réellement efficaces pour réduire la mortalité sont la réduction de la densité animale et la restriction alimentaire diurne, mais celles-ci affectent négativement la productivité économique de l'élevage.

En 1988, Arjona et coll. (2) proposent une technique d'acclimatation précoce des poussins dès le jeune âge pour renforcer leur résistance ultérieure à des périodes de chaleur excessive. Cette technique consiste à soumettre des poussins de cinq jours d'âge à

1. Sección de Avicultura, Instituto de Producción Animal, Facultad De Agronomía, Universidad Central De Venezuela, Apdo. Postal 4579, Maracay 2101, Venezuela

2. Instituto de Investigaciones Zootécnicas, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Apdo. 4653, Maracay 2101, Venezuela

3. Station de recherches avicoles, Institut national de la recherche agronomique, 37380 Nouzilly, France

* Auteur pour la correspondance

Tél. : +33 (0)2 47 42 78 40 ; fax : +33 (0)2 47 42 77 78

E-mail : picard@tours.inra.fr

des températures variant, selon les auteurs, de 36 à 38 °C pendant 24 heures. Les poussins ainsi « acclimatés » (A) meurent en moins grand nombre lorsqu'ils sont exposés en finition à un stress thermique aigu à 36-40 °C pendant plusieurs heures (ou coup de chaleur) (2, 24). Cependant, d'autres travaux n'observent pas d'effet significatif de l'acclimation précoce sur la résistance des poulets à la chaleur (3, 13). Un problème que l'on retrouve dans toutes ces études expérimentales sont les TA subies par les poulets pendant l'élevage entre l'acclimation précoce et le coup de chaleur final qui sont comprises entre 21 et 26 °C et qui ne correspondent guère aux conditions tropicales d'élevage.

Deux expériences ont été menées précédemment, l'une en climat tropical simulé en France (6) et l'autre en climat tropical réel au Venezuela (7) pour tester les effets de l'acclimation précoce lorsque les conditions de TA en finition avant les coups de chaleur sont chaudes (26-30 °C en France, 24-34 °C au Venezuela). Dans les deux expériences, l'acclimation précoce a réduit significativement et durablement la température corporelle (TC) des poulets et la mortalité lors d'un coup de chaleur appliqué en finition (tableau I). Dans un essai, le rendement en masse pectorale des poulets a été significativement augmenté par l'acclimation (6) mais pas dans l'autre (7). Le développement musculaire est irrégulièrement stimulé par l'acclimation précoce d'un travail expérimental à l'autre (22, 24). Cependant, des résultats non encore publiés et les travaux fondamentaux de Halevy et coll. (11) suggèrent que le développement musculaire des poulets peut être durablement stimulé par l'acclimation précoce. Aucune publication ne mentionne de réduction de poids vif au moment de l'abattage imputable à l'acclimation précoce.

La technique d'acclimation précoce semble donc avoir démontré, en station de recherche, son innocuité et des effets positifs suffisamment attractifs pour être validée au stade « pilote », c'est-à-dire dans des conditions réelles de production. Rarement publiés (4, 5, 15 et 17), ces travaux de validation sur le terrain sont essentiels à

la mise en place réelle des techniques. Ils comportent toutefois des risques d'erreur dus aux interférences avec d'autres facteurs que ceux étudiés dès que l'on s'adresse à un grand nombre d'animaux. L'objectif double du travail rapporté ci-dessous a donc été, d'une part, de tester l'acclimation précoce dans des poulaillers de plus de 10 000 poulets en climat tropical réel pendant les mois les plus chauds de l'année et, d'autre part, d'amorcer une réflexion critique sur les méthodes d'étude en conditions pratiques.

Dans l'expérience 1 ont été comparés deux poulaillers aussi semblables que possible dont l'un a contenu des poussins acclimatés et l'autre a été témoin. Les objectifs de cette expérience ont été :

- de tester la faisabilité d'une acclimation précoce à cinq jours d'âge sur un grand nombre de poulets en utilisant les moyens existant dans un élevage au Venezuela ;
- de détecter des effets de ce traitement en comparant la mortalité, la croissance et la TC des poulets pendant l'acclimation et régulièrement entre ce traitement et l'abattage ;
- d'évaluer certaines contraintes méthodologiques comme le mode d'échantillonnage des animaux et les effets de la TA au moment des contrôles de la TC.

Les principales différences introduites dans l'expérience 2 par rapport à la précédente ont été :

- de doubler la densité de poussins pendant l'acclimation en utilisant des cercles ;
- de tester les poulets A et NA dans un même poulailler en homogénéisant le mieux possible les conditions d'élevage après l'acclimation précoce ;
- de limiter les effets éventuellement stressants de captures répétées en réduisant les mesures après l'acclimation précoce à l'essentiel (poids final des poulets et mortalité) ;
- de limiter les effets de la TA sur les mesures de la TC en évitant les heures chaudes de la journée pour les contrôles de la TC ;
- d'améliorer la fiabilité des mesures de la TC en doublant la durée de pénétration de la sonde avant la lecture de la température.

Tableau I

Effets de l'exposition à 38 °C pendant 24 h à l'âge de cinq jours sur la croissance, la température corporelle et la mortalité lors d'un stress thermique aigu à 34 jours chez le poulet de chair en conditions expérimentales tropicales simulées ¹ et réelles ²

Traitements	Conditions climatiques simulées ¹		Conditions climatiques réelles ²	
	NA	A	NA	A
Nb. de poulets par traitement	48	48	120	120
Poids vif				
A 41 jours (g/p)	2 493	2 474		
A 42 jours (g/p)			2 135	2 110
Masse pectorale (% du poids vif)	15,5	*	16,6	14,7
Température corporelle (°C)				
A 29 jours	41,63	**	41,45	
Moyenne entre 7 et 42 jours			41,52	**
Mortalité lors du stress thermique final à 34 jours (%)	66	**	32	**

¹ De Basilio et coll., 2001, *Poult. Sci.*

² De Basilio et coll., 2001, *Rev. cient. FCV-LUZ*

A = acclimation précoce, ou non (= NA)

Anova et χ^2 pour mortalité : * p < 0,05 et ** p < 0,01 entre A et NA

■ MATERIEL ET METHODES - EXPERIENCE 1

Localisation et équipements

L'expérience 1 s'est déroulée dans deux poulaillers de l'élevage Avigranja Zarate, secteur de La Ceiba dans l'Etat Aragua au Venezuela, situés à 400 m d'altitude, sur la pente d'une colline escarpée, du 15 avril au 26 mai 2000. Ces poulaillers ouverts de 120 m de long sur 12 m de large et 4,5 m de hauteur (toiture en zinc à une pente sans lanterneau) étaient orientés perpendiculairement aux vents dominants pour favoriser une ventilation statique. Ils étaient équipés de six brasseurs d'air de 1,2 m de diamètre qui fonctionnaient pendant les heures les plus chaudes de la journée.

Pour la réception des jeunes poussins, un quart de chaque bâtiment (30 m x 12 m) était isolé par des rideaux en Nylon. Vingt et une éleveuses à gaz (Shenandoah model GB SMHP 4 17,000 BTUH - 30,000 BTUH Standard pilot thermostat STI) étaient régulièrement réparties en six rangées parallèles pour maintenir une TA supérieure à 30 °C pendant la nuit. Le sol était recouvert de balles de riz. Les aliments étaient distribués par des chaînes automatiques à plateaux et l'eau par des abreuvoirs automatiques de type cloche. Pendant la première semaine de vie, des mangeoires linéaires supplémentaires remplies manuellement ont facilité l'accès des poussins à l'aliment.

La température et l'hygrométrie au niveau des poulets et à l'extérieur des poulaillers ont été enregistrées par des thermo-hygromètres SIAP Bolona (précision 1 °C et 5 p. 100 d'hygrométrie relative). Un thermomètre digital (précision 1 °C, marque Tanus) a été utilisé pour régler ponctuellement la TA pendant le processus d'acclimatation. La TC des poulets a été mesurée avec un thermomètre Testo 110 (précision 0,1 °C) spécialement étalonné pour la gamme 0-60 °C connecté à une sonde de pénétration (CTM, Testo Gnbh & CoD, Lenzkirch, Allemagne) dont l'extrémité a été légèrement arrondie pour éviter qu'elle soit traumatisante.

Animaux et maintenance

Chaque poulailler a reçu 17 600 poussins hybrides commerciaux (Ross) d'un jour non sexés et provenant d'un même lot d'incubation. Les poussins ont été vaccinés chez l'accoureur contre la maladie de Marek et la bronchite infectieuse. A 7, 14 et 21 jours d'âge, ils ont reçu dans de l'eau de boisson après 4 h de jeûne hydrique, une vaccination contre la maladie de Newcastle (Vaccin La Sota Pfizer) associée à une vaccination triple (maladie respiratoire chronique, Gumboro et bronchite infectieuse ; Vaccin Pfizer). Aux âges de 6, 15 puis 20 jours, l'aire d'élevage a progressivement été agrandie de 30 à 45, 60, puis 120 m de longueur. L'éclairage a été continu grâce à huit ampoules de 100 W par poulailler qui sont restées allumées pendant la nuit. Deux aliments commerciaux ont été distribués pendant les deux premières semaines de vie (démarage), puis de 2 à 6 semaines d'âge (finition). Les mêmes lots de fabrication ont été répartis entre les deux poulaillers. En dehors de la période d'acclimatation précoce (5-6 jours d'âge) les conditions d'élevage ont été maintenues aussi semblables que possibles entre les deux poulaillers. Le ramassage des poulets morts a été effectué deux fois par jour et le nettoyage des abreuvoirs une fois par jour.

Acclimatation précoce

A l'âge de cinq jours, deux traitements thermiques différents ont été appliqués à chaque poulailler :

- les poussins du poulailler A ont été soumis à une TA de 35 ± 2°C pendant 24 h (de midi à midi). Cette TA a été obtenue par réglage manuel des éleveuses à gaz, renforcé par 21 ampoules infrarouges de 250 W, avec contrôle manuel de la TA à différents points de

- l'élevage et allumage des ampoules infrarouges pendant la nuit pour assurer une homogénéité optimale de la TA ;
- les poussins du poulailler NA ont été maintenus pendant la même période à une température standard d'élevage (31 ± 2 °C).

Mesures effectuées

A l'arrivée, 190 poussins par poulailler (deux caisses) ont été pesés individuellement (± 0,1 g). Aux âges de 5 et 6 jours, immédiatement avant et après la phase d'acclimatation précoce, 5 groupes de 50 poussins pris au hasard ont été pesés dans chaque poulailler. Trente-deux poussins A et 32 poussins NA ont été identifiés par des marques de couleurs sur la tête, le corps et les pattes pour assurer un suivi individuel des variations de poids vif et de la TC avant et après l'acclimatation. Les poids vifs (± 1 g) et les TC (± 0,1 °C) des mêmes poulets marqués ont ensuite été contrôlés chaque semaine dans la mesure du possible (cf. paragraphe Mortalité et pertes, ci-dessous). Des contrôles collectifs du poids vif (± 10 g) de poulets ramassés au hasard dans différents points de chaque poulailler ont été effectués aux âges de 14 jours (25 groupes de 12 poulets), 21 jours (15 groupes de 24 poulets), 28, 35 et 42 jours (8 groupes de 40 poulets).

La mesure de la TC (± 0,1 °C) a été réalisée immédiatement après la capture d'un animal par pénétration de l'extrémité de la sonde dans le colon terminal, soit une profondeur à partir de l'anus, étalonnée au préalable, de 2,5, 3,0, 3,5, 4,0, 5,0 et 6,0 cm aux âges respectifs de 0-7, 14, 21, 28, 35 et 42 jours. La lecture du thermomètre a été effectuée 10 s (chronométrées) après introduction de la sonde.

La mortalité a été enregistrée quotidiennement. La consommation alimentaire n'a pu être mesurée avec une fiabilité suffisante pour être analysée (silos et système de distribution automatique).

Analyses statistiques

Les résultats moyens sont suivis d'erreurs standard. Les résultats de poids vif par groupes et individuels ont été analysés par Anova à deux facteurs (acclimatation et méthode de pesée) (18). La mortalité a été analysée par le test du χ^2 . La TC des animaux marqués a été analysée par Anova en mesures répétées (18). Le seuil de probabilité 5 p. 100 a été considéré comme significatif. Les analyses ont été réalisées en utilisant le logiciel Statview 5.1.

■ RESULTATS - EXPERIENCE 1

Température ambiante

Les TA extérieures pendant l'expérience ont été en moyenne de 33 ± 3,1 °C pour les maximales et 18 ± 3,2 °C pour les minimales avec des variations inverses de l'hygrométrie relative de 49 ± 12 à 89 ± 10 p. 100. Les variations à l'intérieur des poulaillers ont été voisines des mesures extérieures. Les TA influant sur la TC des poulets et les mesures effectuées ont été présentées dans le texte en même temps que celles de la TC.

Mortalité et pertes

Globalement, 3 237 poulets sont morts (sur 35 200 poussins mis en place) au cours de l'expérience dans les deux poulaillers, soit un taux de mortalité moyen de 9,2 p. 100. Dans le poulailler A, 1 446 poulets sont morts (soit un taux de mortalité de 8,2 p. 100), alors que dans le poulailler NA, 1 791 poulets sont morts (soit un taux de mortalité de 10,2 p. 100). Cette différence est significative ($\chi^2 = 34,2$; $P < 0,0001$).

Pendant la période d'acclimation précoce (5-6 jours d'âge), 46 poussins A et seulement 27 NA sont morts ($\chi^2 = 4,46$; $P < 0,03$). Une diminution significative de la mortalité des poulets A par rapport aux NA a été observée au cours de leur seconde, troisième et surtout sixième semaine de vie (figure 1). Au cours de la dernière semaine d'élevage, 491 poulets A (des 16 171 restants) et 604 poulets NA (des 15 857 restants) sont morts ($\chi^2 = 13,3$; $p < 0,001$), pendant une période où les effets négatifs du climat chaud sur la mortalité ont été les plus fréquents.

Les 32 poulets suivis individuellement ont été mesurés au moment de l'acclimation dans les deux poulaillers. Toutefois, la mortalité de certains d'entre eux et les difficultés d'identification dues aux effacements de marquage et à l'effet de dilution dans le troupeau (32/17 600) n'ont pas permis de rattraper tous les poulets marqués pour chaque contrôle. L'effectif réellement contrôlé individuellement a diminué pendant la durée de l'élevage de 32 à 22 dans chaque poulailler.

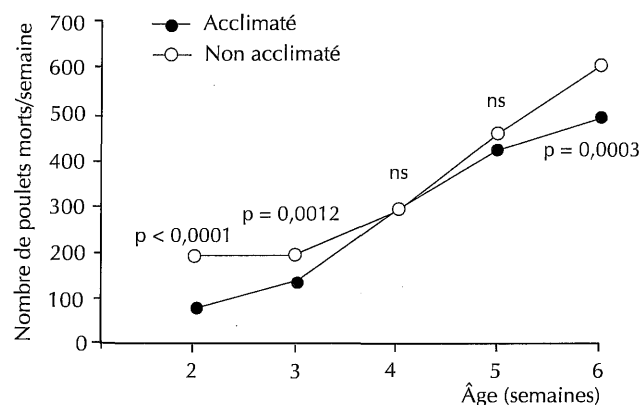


Figure 1 : nombre de poulets morts par semaine dans les deux poulaillers de l'expérience 1 (NA = non acclimaté ; A = acclimaté ; 17 600 poussins par poulailler au départ ; p = probabilité de la signification du test du χ^2).

Poids vif

Les poussins A pesés à l'arrivée au poulailler A ont présenté un poids vif moyen ($44,7 \pm 0,2$ g) significativement ($p < 0,01$) supérieur à celui des poussins NA ($43,5 \pm 0,3$ g). Pendant l'acclimation précoce (5-6 jours d'âge) le gain de poids moyen des 250 poussins A pesés en 5 groupes de 50 ($13,2 \pm 2,5$ g/poussin) ne s'est pas distingué significativement ($p = 0,07$) de celui des 250 poussins NA pesés dans les mêmes conditions ($7,0 \pm 2,0$ g/poussin). L'évolution ultérieure du poids vif moyen des poulets pesés en groupes ou individuellement n'a permis de mesurer aucune interaction ni de différence significative entre méthodes de mesure quel qu'ait été l'âge des poulets (tableau II). A l'âge de 14 jours, les poulets A ont été significativement plus lourds que les NA quelle qu'ait été la méthode de pesée ; ensuite, il n'y a plus eu de différence significative.

Le poids final moyen des poulets A obtenu à 42 jours ($2 052 \pm 126$ g pour les pesées par groupe ou $1 992 \pm 72$ g pour les poulets marqués) n'a pas été significativement inférieur à celui des poulets NA ($1 918 \pm 57$ g pour les pesées par groupe ou $1 966 \pm 78$ g pour les poulets marqués).

Température corporelle

Une difficulté majeure de l'interprétation des TC en milieu tropical a été liée aux variations de la TA lorsqu'il n'a pas été possible de mesurer la TC simultanément chez des animaux de deux traitements distincts comme cela a été le cas dans l'expérience 1. Les TA ont donc été mesurées en même temps que les TC et au même lieu.

La TC moyenne des 32 poulets A n'a pas différé significativement de celle des 32 poulets NA avant l'acclimation (TA = $29,7$ °C dans le poulailler A et $32,4$ °C dans le poulailler NA au moment de la mesure). Le lendemain, une heure après l'acclimation, il existait une différence significative ($P < 0,0001$) de $0,35$ °C de la TC entre A et NA (figure 2). Les poulets NA ont eu une TC plus élevée (TA = $36,7$ °C au moment de la mesure) que les poulets A (TA = $35,3$ °C au moment de la mesure).

Les valeurs moyennes de la TC entre 7 et 42 jours d'âge ont toujours été numériquement inférieures pour les poulets A par rapport aux NA (figure 3). Par analyse de la variance en mesures répétées, l'effet de l'acclimation a été très significatif mais il existait une interaction hautement significative également entre l'âge et l'acclimation. Ces variations ont été illustrées par les variations d'écart

Tableau II

Evaluation du poids moyen des poulets dans les deux poulaillers de l'expérience 1 selon deux méthodes de mesures (échantillonnage = 300 poulets pris au hasard et pesés en groupes de 12 à 40 selon l'âge ; individuelles = pesée de 32 à 22 poulets selon l'âge marqués et suivis individuellement pendant toute l'expérience)

Méthode de pesées (M)	Echantillonnage		Individuelles		Anova		
	NA	A	NA	A	M	T	M x T
Age en jours							
14	212 ± 4	266 ± 5	224 ± 14	286 ± 13	ns *	$p < 0,0001$	ns
21	480 ± 7	504 ± 8	470 ± 26	491 ± 22	ns	ns	ns
28	922 ± 28	985 ± 17	963 ± 45	968 ± 40	ns	ns	ns
35	1 473 ± 24	1 432 ± 24	1 453 ± 55	1 449 ± 54	ns	ns	ns
42	1 918 ± 57	2 052 ± 126	1 966 ± 78	1 992 ± 72	ns	ns	ns

NA = non acclimatés ; A = acclimatés

* Non significatif ($P > 0,05$)

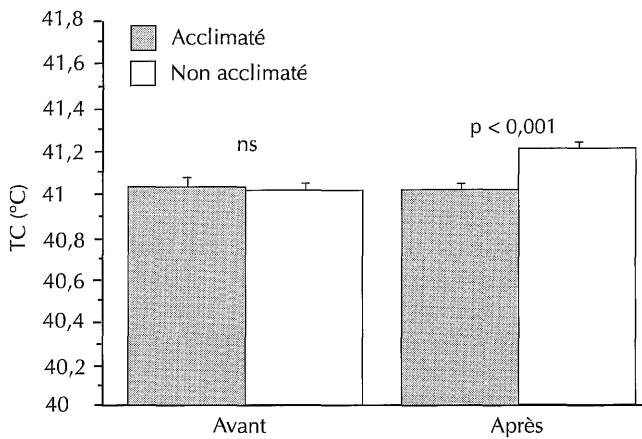


Figure 2 : température corporelle moyenne (TC) de poulets ($n = 36$) contrôlés individuellement, avant et après la période d'acclimation dans les deux poulaillers (NA = non acclimaté ; A = acclimaté) au cours de l'expérience 1 ($p =$ résultats de l'Anova).

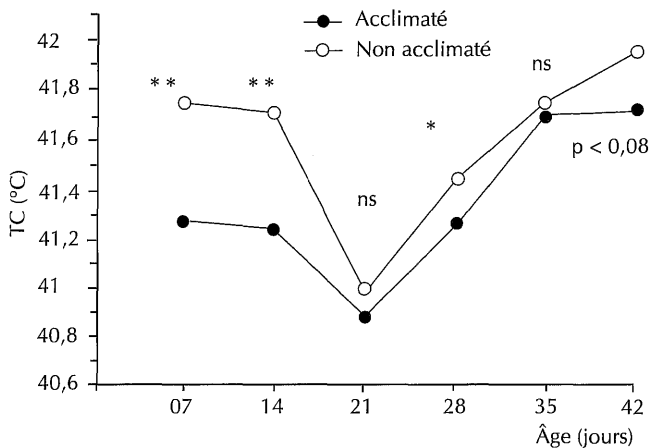


Figure 3 : évolution de la température corporelle moyenne (TC) de poulets contrôlés individuellement au cours de l'expérience 1 ($n = 36$ à 7 jours et $n = 22$ à 42 jours, cf. texte), dans chacun des poulaillers (NA = non acclimaté ; A = acclimaté). Une température ambiante supérieure au moment de la mesure peut accentuer les différences de TC à 7 et 14 jours (cf. texte) ($p =$ résultats de l'Anova ; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$).

entre A et NA et de signification d'une mesure à l'autre en fonction de l'âge (figure 3). Les TA dans le poulailler A et celles prises dans le poulailler NA aux moments des mesures de la TC ont été respectivement de 32,5 et 36,0 °C à l'âge 7 jours, 30,0 et 35,0 °C à l'âge de 14 jours, 31,5 et 29,5 °C à l'âge de 21 jours, 27,0 et 27,0 °C à l'âge de 28 jours, 27,0 et 29,4 °C à l'âge de 35 jours et 31,0 et 29,0 °C à l'âge de 42 jours. Les écarts de la TC entre les lots A et NA ont donc pu être amplifiés par la TA aux âges de 7 et 14 jours.

DISCUSSION - EXPERIENCE 1

L'expérience a permis d'évaluer la faisabilité pratique de l'acclimation précoce sur un large effectif en milieu tropical. La réalisation de l'acclimation avec les moyens existants n'a permis d'obtenir que 35 °C en moyenne pendant 24 h, ce qui était inférieur aux 36-38 °C suggérés par plusieurs études (2, 6, 7). Ces résultats ont été obtenus avec une présence incessante des chercheurs et des techniciens pour ajuster la hauteur et le débit des éleveuses. Ces mouvements fréquents pouvaient, d'une part, expliquer en partie la

mortalité légèrement supérieure pendant l'acclimation observée chez les poulets A par rapport aux NA, ce qui n'a pas été décrit dans des travaux antérieurs (2, 6, 7, 24). D'autre part, cette assistance technique exceptionnelle n'est pas compatible avec le personnel courant des élevages avicoles au Venezuela. A l'âge de cinq jours le même nombre de poussins pourrait sans peine être maintenu dans un espace deux fois inférieur à celui offert au cours de cette expérience, ce qui permettrait de concentrer les équipements et de réduire la dépense énergétique (égale, dans le cas présent, à trois jours de consommation ordinaire de gaz et d'électricité). Le coût énergétique supplémentaire de l'acclimation précoce a été d'environ 100 kg de gaz pour un bâtiment dans les conditions de l'expérience 1. Le coût faible de l'énergie au Venezuela rend cette technique très rentable, mais elle devra être adaptée aux conditions économiques et climatiques d'autres pays. Un système de régulation automatique fiable de la TA au niveau des poussins est indispensable à une application pratique de routine éventuelle.

L'effet de l'acclimation précoce sur la réduction de mortalité ultérieure a été comparable à ceux obtenus au laboratoire lors de l'application de stress thermiques aigus. Toutefois les différences de mortalité observées entre les deux poulaillers pendant les trois premières semaines de vie ne pouvaient pas être attribuées à une meilleure résistance thermique des poussins. Sans connaître les causes exactes de ces différences de mortalité, il est probable que les nombres de poulets morts dans le poulailler NA à 2 et 3 semaines d'âge n'étaient pas dus à des causes climatiques mais, selon les responsables de l'élevage, à « une distribution irrégulière de l'aliment ». Cette hypothèse est soutenue par les différences significatives de poids vifs à 14 jours. Il s'agit d'une difficulté majeure de ce type d'expérience où deux bâtiments différents sont utilisés, ce qui empêche de s'assurer constamment que seul le facteur étudié distingue les animaux. En revanche, une fois corrigés ces problèmes d'élevage en semaines 4 et 5 (figure 1), la différence de mortalité observée en dernière semaine entre les deux groupes semble bien attribuable à l'acclimation précoce.

Les mesures de la TC confirment sous un autre angle les difficultés d'intervention dans deux poulaillers différents. Il est en effet impossible de capturer une trentaine de poulets marqués dans un groupe de 17 500 en quelques minutes. Plusieurs heures et donc plusieurs degrés de la TA séparent les mesures dans les deux bâtiments, ce qui se répercute sur les mesures de la TC. Les valeurs de la TC et les écarts observés entre A et NA en tenant compte des variations de la TA sont toutefois cohérents avec ceux enregistrés au laboratoire et confirment une diminution durable de la TC induite par l'acclimation précoce. A l'avenir, une correction systématique de la TC en fonction de la TA à un âge des poulets donné pourrait améliorer la qualité de ce type de mesure mais cela nécessite une validation sur un grand nombre de mesures et risque d'être spécifique d'un type d'environnement. D'autre part, la durée de 10 secondes de pénétration de la sonde avant la lecture du thermomètre est une durée minimale acceptable au laboratoire. L'objectif est de limiter le temps entre la capture de l'animal et la lecture de sa température quand le travail s'enchaîne de manière continue, c'est-à-dire que le thermomètre n'a pas le temps de redescendre entre deux poulets. Dans les circonstances pratiques de capture en grand poulailler, l'exactitude de cette mesure peut être discutée lorsqu'il s'écoule plus d'une minute entre deux mesures successives. Or la TC doit être mesurée immédiatement après la capture d'un poulet pour éviter qu'elle subisse les conséquences d'une contention prolongée. Il paraît donc nécessaire de maintenir la sonde en place jusqu'à la stabilisation de la TC en partant d'une température équivalente à la TA, soit 15 à 20 secondes.

Les mesures de poids illustrent clairement les difficultés d'un échantillonnage correct à des fins expérimentales en poulailler de

production. Les mesures répétées sur animaux marqués nécessitent des exercices de capture probablement stressants pour les poulets et donc susceptibles de modifier leurs réponses métaboliques et leur croissance. Les captures au hasard nécessiteraient un entraînement spécifique des techniciens pour limiter les biais. Le nombre important de poulets (> 300) ne supprime pas de manière certaine ce problème si on considère la variabilité des mesures effectuées (tableau II). Dans ces conditions et en n'oubliant pas les problèmes signalés plus haut dans la maintenance du poulailler NA, il est difficile de conclure à un effet de l'acclimatation sur la croissance au terme de cette expérience.

Malgré ses nombreuses imperfections, la première expérience n'infirmait pas les effets principaux de l'acclimatation observés au laboratoire : une diminution durable de la TC et une réduction de la mortalité tardive en climat chaud. Elle permet de démontrer que la méthode est praticable en effectifs réels moyennant des ajustements techniques envisageables comme une densité de poussins supérieure dans un espace restreint régulé sur le plan thermique avec précision pendant les 24 h d'acclimatation.

■ MATERIEL ET METHODES - EXPERIENCE 2

Localisation et équipements

L'expérience 2 s'est déroulée du 9 février au 21 mars 2001, dans un poulailler du même élevage que l'expérience 1 mais situé en plaine, à 150 m d'altitude. Ses caractéristiques ont été identiques à celles décrites dans l'expérience 1. Les équipements utilisés ont été les mêmes sauf qu'avant l'arrivée des poussins quatre cercles de grillage couverts par des bâches de Nylon ont été construits dans la zone de démarrage. Chaque cercle destiné à recevoir 485 poussins avait un diamètre de 2,5 m et une hauteur de 60 cm. Une éleveuse à gaz a été placée au-dessus du centre de chaque cercle qui a contenu quatre abreuvoirs, quatre mangeoires et un thermomètre digital pour ajuster la TA. La veille de l'arrivée des poussins, la hauteur et le débit des éleveuses ont été calibrés pour maintenir 38 ± 2 °C à 10 cm au-dessus de la litière, puis la température a été abaissée à 30 °C.

Animaux et maintenance

Parmi les 12 650 poussins, tous de même origine que ceux de l'expérience 1 et reçus à l'âge d'un jour, 1 940 ont été répartis au hasard dans les quatre cercles (485 poussins par cercle). L'identification différentielle des poussins a été obtenue par cautérisation de l'extrémité d'un doigt de la patte gauche pour les cercles 1 et 4 et de la patte droite pour les cercles 2 et 3 en utilisant un débecqueur à lame chauffante. Les autres traitements appliqués aux poulets (vaccination, abreuvement, alimentation, augmentation de l'espace avec l'âge, éclairage, ramassage des poulets morts et nettoyage des abreuvoirs) ont été identiques à ceux décrits pour l'expérience 1.

Acclimatation précoce

Les poulets A (cercles 2 et 3) ont été exposés à une TA de 38 ± 1 °C, de 8 h 00 le cinquième jour à 8 h 00 le sixième jour de vie. Un rideau d'un mètre de hauteur a entouré ces deux cercles pour limiter au minimum les effets éventuels du traitement sur les autres poulets du bâtiment. La TA a été ajustée manuellement pendant toute la durée de l'acclimatation. Les poulets NA (cercles 1 et 4) ont été maintenus à 31 ± 1 °C pendant la même période. A l'issue de l'acclimatation, les cercles ont été éliminés pour laisser les poussins se mêler aux autres animaux du poulailler, subissant ainsi les mêmes contraintes et traitements qu'eux après la phase d'acclimatation.

Mesures effectuées

Le poids vif initial des poussins d'un jour a été mesuré par pesée individuelle d'une caisse de 100 poussins par cercle. A la fin de l'expérience (le 39^e jour de vie), 240 poulets A et 240 poulets NA ont été capturés dans le poulailler par une équipe de cinq ouvriers, techniciens et chercheurs et pesés par groupes de 15 poulets (16 caisses, précision ± 10 g).

La TC a été mesurée sur 50 poussins A et NA (25 par cercle pris au hasard) quelques minutes avant, pendant la dernière heure de la phase d'acclimatation précoce et une heure après. La seule différence méthodologique appliquée pour la mesure de la TC a été la durée de pénétration de 20 s (chronométrées) au lieu de 10 s avant la lecture du thermomètre digital.

La mortalité a été enregistrée quotidiennement dans le poulailler en notant le marquage (patte gauche, patte droite ou non marqué) des animaux retrouvés morts.

Analyses statistiques

Les méthodes appliquées ont été les mêmes que celles décrites pour l'expérience 1.

■ RESULTATS - EXPERIENCE 2

Température ambiante

Les températures extérieures pendant l'expérience ont été en moyenne de 34 ± 4 °C pour les maximales et 25 ± 3 °C pour les minimales avec des variations inverses de l'hygrométrie relative de 30 ± 12 à 60 ± 12 p. 100. Les variations à l'intérieur des poulaillers ont été voisines des mesures extérieures.

Mortalité et pertes

Globalement, 679 poulets sont morts (sur 12 650 poussins mis en place) dans tout le poulailler pendant l'expérience, soit un taux de mortalité moyen de 5,4 p. 100. Des 970 poulets NA démarrés dans les cercles 1 et 4, 48 ont été retrouvés morts pendant l'expérience, soit 5,3 p. 100 de mortalité, chiffre voisin de l'ensemble des animaux. Des 970 poulets A démarrés dans les cercles 2 et 3, 30 ont été retrouvés morts pendant l'expérience, soit 3,1 p. 100 de mortalité, valeur significativement inférieure aux 48 NA ($\chi^2 = 4,5$; $P < 0,05$). En distinguant la mortalité cumulée par semaine (figure 4), le nombre de morts obtenu la dernière semaine seulement a significativement différé entre poulets A et NA.

Poids vif

Le poids vif moyen des poussins d'un jour alloués à chaque cercle n'a pas différé significativement ($40,9 \pm 0,2$ g/poussin). A 39 jours d'âge, les 240 poulets A pesés ($1 995 \pm 20$ g/poulet) ont été en moyenne significativement plus lourds ($P < 0,002$) que les 240 poulets NA pesés ($1 901 \pm 19$ g/poulet).

Température corporelle

La TC avant l'acclimatation a été similaire chez les poussins NA et A ($41,0 \pm 0,03$ °C), la TA ayant été à 7 h 00 identique dans les quatre cercles (30,7 °C). Pendant l'acclimatation, la TA a été maintenue à 31 °C dans les cercles NA (1 et 4) et a été augmentée rapidement dans les cercles A (2 et 3) pour atteindre une valeur moyenne de $38,2 \pm 0,1$ °C. Pendant les 24 h, des valeurs extrêmes de la TC ont été mesurées à 35 et 39 °C et une humidité moyenne de $55 \pm 0,4$ p. 100 a été enregistrée avec des valeurs extrêmes de 62 et 48 p. 100. Après 23 h d'exposition à ces conditions, la TC des

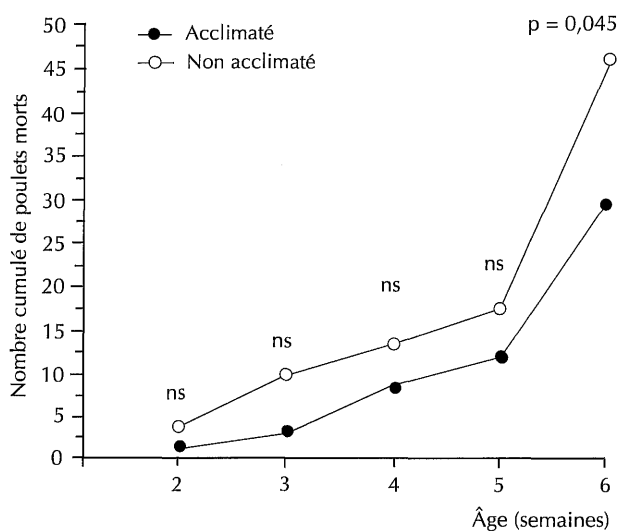


Figure 4 : nombre cumulé de poulets morts de 2 à 6 semaines d'âge provenant des cercles 1 et 4 (NA = non acclimaté ; 960 poussins au départ) et des cercles 2 et 3 (A = acclimaté ; 960 poussins au départ) au cours de l'expérience 2 (p = probabilité de la signification du test du χ^2).

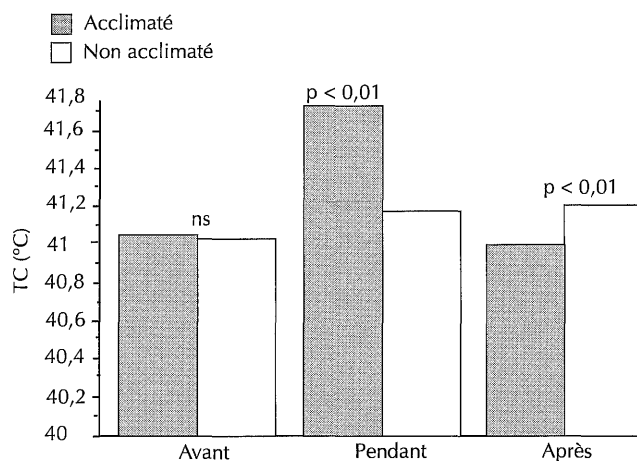


Figure 5 : température corporelle moyenne (TC) de 5-6 jours, pris au hasard dans les 4 cercles (NA = non acclimaté, cercles 1 et 4, $n = 50$; A = acclimaté, cercles 2 et 3, $n = 50$) avant, pendant (après 23 h d'acclimation) et 1 h après la fin d'acclimation dans l'expérience 2 (p = résultats de l'Anova).

poussins A a été de 0,55 °C significativement supérieure ($P < 0,0001$) à celle des poulets NA (figure 5). Une heure après la fin de l'acclimation, alors que la TA a été de 31,1 °C dans les cercles des poulets NA et de 32,3 °C dans les cercles des poulets A, la TC moyenne des poulets A a été significativement inférieure ($P < 0,0001$) de 0,20 °C à celle des poulets NA (figure 5).

■ DISCUSSION - EXPERIENCE 2

Trois effets significatifs de l'acclimation précoce ont été observés au cours de la seconde expérience : une réduction immédiate de la TC une heure après la fin de l'acclimation, une réduction de la mortalité tardive en climat chaud et une augmentation de la vitesse de croissance des poulets. Ces effets sont cohérents avec ceux observés en station expérimentale (tableau I). La mortalité globalement plus faible observée au cours de l'expérience 2 par rapport à la précédente (5,4 p. 100 au lieu de 9,2 p. 100) peut être en partie attribuée à une plus faible densité d'élevage (9 poulets/m² au lieu de 12 dans la première expérience). Néanmoins, l'acclimation précoce permet dans ces conditions relativement favorables de réduire la mortalité tardive, celle qui coûte le plus cher.

Une généralisation de ces résultats serait cependant hâtive. En effet, les tests pratiqués mesurent le risque de première espèce dans des conditions données et ne permettent pas d'évaluer le risque de non-reproductibilité des résultats. L'indépendance même des données est discutable s'agissant d'un même groupe de poulets. On peut toutefois arguer que 960 individus dans un groupe de 12 650 deviennent relativement indépendants. D'ailleurs, aucune tendance au regroupement n'a été observée lors des captures finales. Si les contrôles de mortalité au cours de l'expérience sont exhaustifs, il n'a pas été possible de récupérer tous les poulets des groupes A et NA en finition mais « seulement » 240 de chaque groupe, soit environ le quart d'entre eux. Il est dommage qu'une pesée et un sexage individuel n'aient pu être pratiqués. Néanmoins, dans les conditions réelles de ce travail aucune raison objective ne peut suggérer un biais de capture différent pour les poulets marqués à la patte droite ou à la patte gauche.

La pratique d'une cautérisation limitée de l'extrémité d'un doigt peut être discutée en termes de bien-être animal. Cette pratique est tout à fait comparable en ampleur et en conséquences à celle du

débecquage qui est tolérée dans la Communauté européenne. Pratiqué avant l'âge de 10 jours, le débéquage limité n'induit pas de douleur persistante (10). Compte tenu du nombre de poulets mourant des conséquences de chaleurs excessives au Venezuela et dans les pays tropicaux, le marquage à la patte de quelques centaines de poussins est justifié par l'intérêt de mettre au point des méthodes efficaces de prévention comme semble l'être l'acclimation précoce. Cette technique de marquage indélébile permet l'élevage des animaux expérimentaux et témoins au milieu de leurs congénères en éliminant les « effets poulaillers » décrits plus haut. Un accès à l'abattoir pourrait à l'avenir permettre de récupérer sur la chaîne tous les animaux marqués pour contrôler de manière exhaustive leurs caractéristiques de poids et de composition corporelle et notamment leur développement pectoral.

Une augmentation de 94 g du poids vif final des poulets, conséquence de l'acclimation précoce, est cohérente avec les mesures publiées par Yahav et Plavnik (24) et avec celles obtenues en alimentation alternée au laboratoire (6). Elle pourrait être due à une stimulation précoce de la croissance musculaire (11) et/ou à une meilleure tolérance chronique des écarts de températures observés en climat tropical réel. Si l'ingéré alimentaire est en partie régulé par les variations de la TC, une réduction durable d'environ 0,20 °C de la TC pourrait induire une consommation alimentaire supérieure en climat chaud contraignant. Une des difficultés pour vérifier cette hypothèse tient à la variabilité importante de la TC et de sa variation après une acclimation précoce. D'autre part, les conditions de mesure de l'ingéré alimentaire dans un poulailler de production limitent ce type d'approche explicative aux conditions de laboratoire.

La nécessité de mesurer la TC immédiatement après la capture d'un poulet pour éviter qu'un état de contention ou de stress ne la fasse varier limite les possibilités d'étude de l'évolution de la TC dans les conditions de la seconde expérience. On pourrait toutefois envisager de reconstruire (ou de conserver) les cercles et d'y regrouper des poulets A et NA après plusieurs semaines de vie libre dans l'élevage. Cela permettrait, après quelques heures de repos, de mesurer leur TC dans des conditions adéquates en finition. D'une manière plus générale, les effets de la TA sur la TC sont intéressants pour l'avenir des études d'adaptation climatique du poulet de chair.

Sur un plan pratique, le doublement de la densité de poussins (99/m² dans les cercles au lieu de 49/m² au cours de l'expérience 1) favorise nettement l'acclimatation et la facilité des contrôles sur les animaux et sur l'environnement. Plusieurs ajustements techniques doivent être validés et testés pour proposer une technique pratique d'acclimatation précoce sur 12 000 à 20 000 poussins. En revanche, la construction de cercles ne paraît pas être un élément indispensable pour la production mais plutôt un instrument utile pour tester ce type de facteurs en élevage réel. La démarche pourrait éventuellement être étendue à d'autres facteurs que l'acclimatation précoce, comme l'alimentation de démarrage ou des vaccinations contre la coccidiose, par exemple.

■ CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Au cours de deux expériences différentes dans des conditions de productions réelles au Venezuela, l'acclimatation précoce a induit des effets comparables à ceux obtenus en stations expérimentales, c'est-à-dire une réduction de la température corporelle des poulets d'environ 0,20 °C et une réduction de la mortalité ultérieure en

période de finition. Dans une expérience, le poids vif final à 39 jours des poulets acclimatés à cinq jours a été augmenté de 94 g/poulet par rapport aux témoins non acclimatés.

Le modèle de l'expérience 2, où des poussins marqués acclimatés ou non dans des cercles de démarrage ont été élevés ensuite au sein d'un grand troupeau, peut permettre de poursuivre la validation pratique de cette méthode au Venezuela et dans d'autres pays tropicaux. La récupération en fin d'élevage d'une partie des poulets expérimentaux marqués dans les cercles de démarrage autoriserait à l'avenir de contrôler les effets à long terme de l'acclimatation sur la TC et sur le développement musculaire pectoral.

Remerciements

Les auteurs expriment leur sincère reconnaissance à l'entreprise Avizarca et en particulier à M. G. Locontey et au Dr C. Acosta qui ont accepté avec dynamisme l'expérimentation dans leurs élevages en apportant un appui technique efficace, essentiel au succès de ces expériences. Ils remercient également l'INIA et le CDCH/UCV du Venezuela pour leur appui financier et scientifique sans lequel ce travail n'aurait pu être réalisé.

BIBLIOGRAPHIE

- ANGULO I., 1991. Manejo nutricional de Aves bajo condiciones de estrés térmico. *Fonaiaop Divulga*, **Julio-Septiembre**: 2-4.
- ARJONA A., ENBOW D., WEAVER W., 1988. Effect of heat stress early in life on mortality of broilers exposed to high environmental temperatures just prior to marketing. *Poult. Sci.*, **67**: 226-231.
- BOUGON M., LE MENEZ M., BALAINE L., LAUNAY M., 1996. Influence d'un stress thermique à 5 jours et d'une mise à jeun des poulets lors d'un coup de chaleur à 37 jours, sur la mortalité. *Sci. Techn. avic.*, **14**: 4-11.
- BOUVAREL I., FRANCK Y., DE SAINT JAN B., GUILLAUMIN J.-M., GERAERT P.-A., RUDEAUX F., FERCHAL E., ROFFIDAL L., ECKENFELDER B., 1997. Utilisation de la mise à jeun pendant la période estivale. *Journ. Rech. avic.*, **2**: 165-168.
- CARDINALE E., DAYON J.F., KABORET Y., PENE G., FAYE M., DOYEN B., 1999. Apparition d'encéphalomyélite aviaire au Sénégal. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **52**: 5-8.
- DE BASILIO V., VILARINO M., YAHAV S., PICARD M., 2001. Early-age thermal conditioning and a dual feeding program for male broilers challenged by heat stress. *Poult. Sci.*, **80**: 29-36.
- DE BASILIO V., VILARINO M., LEON A., PICARD M., 2001. Efecto de la aclimatación precoz sobre la termotolerancia en pollos de engorde sometidos a un estrés térmico tardío en condiciones de clima tropical. *Rev. cient. FCV-LUZ*, **11**: 60-68.
- FENAVI, 1996. Revista de la Federación Nacional de Avicultura Censo-Avícola [publication annuelle]. Caracas, Venezuela, FENAVI, 85 p.
- FENAVI, 2001. La Producción de pollos y huevos. *Rev. FENAVI*, **Septiembre**: 4.
- GENTLE M., HUGHES B., FOX A., WADDINGTON D., 1997. Behavioural and anatomical consequences of two beak trimming methods in 1- and 10-day-old domestic chicks. *Br. Poult. Sci.*, **38**: 453-463.
- HALEVY O., KRISPIN A., LESHEM Y., MCMURTRY J., YAHAV S., 2001. Early-age heat exposure affects skeletal muscle satellite cell proliferation and differentiation in chicks. *Am. J. Physiol. reg. integ. comp. Physiol.*, **281**: 1-8.
- MARTIN L., 1996. Zulia: Competitividad para el desarrollo, Sector Avícola, Vol. V, Centro de Gerencia Estratégica y Competitividad. Maracaibo, Venezuela, Instituto de Estudios Superiores de Administración, 62 p.
- MCDONALD K., BELAY T., DEYHIM F., TEETER R., 1990. Comparison of the 5-day acclimation and fasting techniques to reduce broiler heat distress mortality. *Poult. Sci.*, **69** (suppl. 1): 90.
- MCNAUGHTON J.L., REECE F.N., 1982. Dietary energy requirements of broilers raised in low and moderate environmental temperatures. 1. Adjusting dietary energy to compensate for abnormal environmental temperature. *Poult. Sci.*, **61**: 1879-1884.
- NOIROT V., BOUVAREL I., AZAN P., ROFFIDAL L., BARRIER-GUILLOT B., CASTAING J., PICARD M., 1999. Du blé entier dans l'alimentation du poulet de chair type "standard". *Journ. Rech. avic.*, **3**: 117-120.
- PICARD M., SAUVEUR B., FENARDJI F., ANGULO I., MONGIN P., 1993. Ajustements technico-économiques possibles de l'alimentation des volailles dans les pays chauds. *Inra Prod. Anim.*, **6**: 87-103.
- RICHARD P., VILARINO M., FAURE J.M., LEON A., PICARD M., 1997. Etude du comportement du poulet de chair dans un élevage intensif tropical au Venezuela. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **50**: 65-74.
- SNEDECOR G., COCHRAN W., 1968. Statistical methods. Ames, IA, USA, Iowa State College.
- TEETER R., 1994. Optimizing production of heat stressed broilers. *Poult. Digest.*, **May**: 10-27.
- TEETER R., WIERNUSZ C., BELAY T., SMITH M., 1989. Broilers exposed to acute heat distress are manageable. *Feedstuffs*, **Oct.**: 18-25.
- VALANCONY H., 1997. Les moyens de lutte contre le coup de chaleur. *Journ. Rech. avic.*, **2**: 153-160.
- YAHAV S., 1998. The effects of acute and chronic heat stress on performance and physiological responses of domestic fowl. *Trends comp. Biochem. Physiol.*, **5**: 187-199.
- YAHAV S., HURWITZ S., STRASCHNOW A., PLAVNIK I., 1996. Effects of diurnally cycling versus constant temperature on chicken growth and food intake. *Br. Poult. Sci.*, **37**: 43-54.
- YAHAV S., PLAVNIK I., 1999. Effect of early-age thermal conditioning and food restriction on performance and thermotolerance of male broiler chickens. *Br. Poult. Sci.*, **40**: 120-126.

Reçu le 19.11.2001, accepté le 12.03.2002

Summary

De Basilio V., Oliveros I., Vilarriño M., Diaz J., Leon A., Picard M. Purpose for an Early Acclimatization of Broiler Chickens under Production Conditions in Venezuela

Intensive production of broiler chickens is efficient in Venezuela. However, in the finishing period, high heat-related mortality causes serious economic losses. The early-acclimatization technique, successfully tested in station, consists in exposing five-day-old chicks to a high temperature (35-38°C) for 24 h. Two experiments were carried out to confirm these results at the production level. In experiment 1, 35,200 Ross chicks were tested in two chicken houses. In chicken house A, they were acclimatized at $35 \pm 2^\circ\text{C}$, and in chicken house NA, they were maintained at $31 \pm 2^\circ\text{C}$. The 24-hour period excepted, farming conditions were kept the same. In experiment 2, out of 12,650 Ross chicks from a single house, 970 (A chicks) were marked on the right leg and acclimatized at $38 \pm 1^\circ\text{C}$ using two circles, and 970 (NA chicks or control) were marked on the left leg and kept inside two circles at $31 \pm 1^\circ\text{C}$. At six days of age the circles were removed to let marked chicks mix with the others. In both experiments early acclimatization induced similar results to those obtained in station: a body temperature drop of about 0.20°C and a decrease in mortality in the finishing period. In experiment 2, the final live weight of A chickens increased by 94 g compared to that of NAs. The protocol of experiment 2 was found more adapted than that of experiment 1 in this type of field trial.

Key words: Broiler chicken - Production - Adaptation - Environmental temperature - Body temperature - Mortality - Venezuela.

Resumen

De Basilio V., Oliveros I., Vilarriño M., Diaz J., Leon A., Picard M. Interés de la aclimatación precoz bajo condiciones de producción de pollos de carne en Venezuela

En Venezuela, la producción intensiva de pollos de carne es eficaz, pero sufre pérdidas económicas graves, cuyo origen es una mortalidad elevada, debida al calor durante el estadio final. La técnica de aclimatación precoz, probada con éxito en la estación experimental, consiste en exponer a los pollitos de cinco días de edad a una temperatura elevada (35-38°C) durante 24 h. Para validar esta técnica, se llevaron a cabo dos experimentos bajo condiciones de producción. Durante el experimento 1, 35 200 pollos Ross fueron estudiados en dos granjas. En la granja A, se aclimataron a $35 \pm 2^\circ\text{C}$ y en la granja NA se mantuvieron a $31 \pm 2^\circ\text{C}$. Fuera de este periodo, las condiciones de cría se mantuvieron semejantes. Durante el experimento 2, 970 de 12 650 pollitos Ross, en una sola granja, fueron marcados en la pata derecha y aclimatados a $38 \pm 1^\circ\text{C}$, utilizando dos círculos y 970 testigos NA marcados en la pata izquierda se mantuvieron en los dos círculos a $31 \pm 1^\circ\text{C}$. A los seis días de edad, los círculos se eliminaron para dejar a los pollitos mezclarse con los otros animales. Durante el curso de los dos experimentos, la aclimatación precoz indujo efectos comparables a los obtenidos en la estación experimental, o sea una reducción de la temperatura corporal de alrededor $0,20^\circ\text{C}$ y una reducción de la mortalidad durante el periodo final. Durante la experiencia 2, el peso vivo final de los pollos A aumentó de 94 g con respecto al de los NA. El protocolo de la experiencia 2 presenta menos defectos que el de la experiencia 1 para pruebas de validación practica.

Palabras clave: Pollo de engordo - Producción - Adaptación - Temperatura ambiental - Temperatura del cuerpo - Mortalidad - Venezuela.

**Pour annonces,
communications, publicités diverses**

For advertising, notices, various information

concernant

related to

Colloques, Congrès
Enseignement, Formation
Production de médicaments, Vaccins
Gestion, Administration de l'élevage
Production d'aliments pour animaux, etc.

*Symposia, Conferences, Teaching, Training
Medicine and Vaccine Production
Livestock Management
Feed Production, etc.*

dans

in

**Revue d'élevage et de médecine vétérinaire
des pays tropicaux**

s'adresser au :

please contact:

Cirad-emvt

TA30/D

34398 Montpellier Cedex 5

France

téléphone +33 (0)4 67 59 38 17

télécopie +33 (0)4 67 59 37 97 (fax)

Résultats préliminaires sur l'immobilisation chimique de rongeurs africains : l'athérure (*Atherurus africanus*, Gray 1842) et le cricétome (*Cricetomys emini*, Waterhouse 1840). Etude portant sur quatre protocoles

D. Edderaï¹ A. Aran² E. Woringer³ P. Houben¹

Mots-clés

Atherurus africanus - *Cricetomys emini* - Rongeur - Anesthésie - Gabon.

Résumé

Le projet Développement au Gabon de l'élevage de gibier travaille sur la mise au point de référentiels techniques sur l'élevage de plusieurs espèces sauvages parmi lesquelles se trouvent l'athérure africain (*Atherurus africanus*) et le cricétome (*Cricetomys emini*). Dans le cadre de leur pratique courante, les auteurs ont été amenés à effectuer sur ces animaux des soins qui ont parfois nécessité une anesthésie. Les effets de quatre protocoles ont été testés à différentes posologies : l'acépromazine, la xylazine, une combinaison de xylazine et de kétamine et une combinaison de zolazépam et de tilétamine. Chez l'athérure, la xylazine seule a entraîné des durées d'induction, d'état et de réveil très variables. L'association de la xylazine à 1 mg/kg et de la kétamine à 5 mg/kg s'est avérée très efficace pour l'obtention d'une anesthésie chirurgicale. Chez le cricétome, l'acépromazine à 5 mg/kg a fourni un état de tranquillisation satisfaisant. Pour obtenir une anesthésie chirurgicale, l'association xylazine à 10 mg/kg et kétamine à 50 mg/kg s'est avérée efficace. L'utilisation de xylazine seule ne semble pas indiquée chez cette espèce.

■ INTRODUCTION

Le projet Développement au Gabon de l'élevage de gibier (Dgeg), mis en œuvre par l'association Vétérinaires sans frontières (Vsf) sous financement de l'Union européenne, travaille sur la mise au point de techniques d'élevage chez certaines espèces sauvages appréciées des consommateurs gabonais. Parmi les espèces étudiées se trouve l'athérure africain (*Atherurus africanus*), car il s'agit de l'espèce préférée des consommateurs (10, 13) et la plus abondante sur les marchés (13), et le cricétome (*Cricetomys emini*).

L'athérure est un rongeur de la famille des hystricidés dont le poids à l'âge adulte varie de 2,5 à 4 kg. Son habitat est constitué par les forêts tropicales humides, de la Sierra Leone au Kenya (11).

Le cricétome est également un rongeur africain appartenant à la famille des muridés et à la sous-famille des cricétominés. Le poids des adultes varie de 1 à 1,5 kg. Son aire de répartition se situe sur toute la zone de forêts tropicales humides d'Afrique (frange côtière des pays du golfe de Guinée et zone forestière des pays du bassin du Congo) (11).

Certaines manipulations effectuées à la station d'élevage de gibier du Dgeg à Owendo (en périphérie de Libreville) nécessitent l'immobilisation et/ou l'analgésie de l'animal (prélèvements, soins, inspection, taille des incisives, etc.). L'objectif de cette étude a été de déterminer les molécules d'usage courant dont l'utilisation est la plus commode sur ces espèces, ainsi que leurs posologies, afin d'obtenir une tranquillisation et/ou une anesthésie générale adéquates.

■ MATERIEL ET METHODES

Seize athérures (2 495 ± 575 g) et six cricétomes adultes (940 ± 85 g) ont participé à cette étude. Tous avaient été capturés en forêt dans les mois précédents l'étude et étaient élevés en enclos pour les athérures et en cages pour les cricétomes, à la station d'Owendo depuis 9 ± 4,5 mois.

1. Vétérinaires sans frontières, projet Développement au Gabon de l'élevage de gibier, BP 9129, Libreville, Gabon

Tél./fax : +241 76 04 22 ; vsfgab2@internetgabon.com

2. Facultat de Veterinaria, UAB Bellaterra 08193, Espagne

3. 25, av. Piton de la Fournaise, 97400 Saint-Denis, La Réunion

Cinq molécules ont été testées : l'acépromazine à 5 mg/ml (Calmi-vet[®]), la xylazine à 20 mg/ml (Rompun 2 p. 100[®]), la kétamine à 1 000 mg/ml (Imalgène 1 000[®]) et l'association zolazépam-tilé-tamine à 25 mg de chaque principe actif par millilitre de produit (Zolétil 50[®]).

Les injections ont été effectuées par voie intramusculaire. Dans le cas des associations xylazine-kétamine et zolazépam-tilé-tamine, les deux molécules ont été mélangées dans la même seringue et injectées simultanément. L'intervalle entre deux anesthésies sur un même individu a été de 72 h.

Pour chaque expérimentation, les données suivantes ont été relevées :

- la durée des phases d'induction (mesurée entre l'injection et le passage en décubitus), d'état et de réveil (mesurée entre la réapparition de mouvements et le recouvrement d'une démarche et de réflexes normaux) ;
- le degré de sédation (sommolence, anesthésie, coma), de myorelaxation (hypotonie, hypertonie, tonus normal) et d'analgésie (aucune, faible, bonne, hyperesthésie) apprécié par piqûre à l'aiguille hypodermique à la queue ;
- les fréquences cardiaque et respiratoire et la température rectale toutes les 15 min entre T15 (T0 étant le moment de l'injection) et T120. La mesure de ces paramètres à T0 s'est souvent avérée impossible compte tenu du manque de docilité des individus vigiles et de l'absence d'instrumentation adaptée (électrocardiogramme, *monitoring*).

Avec les athérures, 41 essais ont été effectués : 20 avec la xylazine, 10 avec l'association xylazine-kétamine et 11 avec l'association zolazépam-tilé-tamine.

Avec les cricétomes, 51 essais ont été effectués : 5 avec l'acépromazine, 32 avec la xylazine et 14 avec l'association xylazine-kétamine.

■ RESULTATS

Tranquillisation

Acépromazine

Cette molécule n'a été testée que chez le cricétome. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau I. A 5 mg/kg, une tranquillisation a été obtenue à chaque essai. Les animaux ne sont cependant pas restés en décubitus latéral (uniquement sternal) et ils sont restés partiellement sensibles aux *stimuli* externes. Aucune réaction locale n'a été constatée 24 et 48 h après l'injection.

Xylazine

Chez le cricétome, 32 tranquillisations ont été pratiquées, à des posologies comprises entre 1 et 20 mg/kg. Les résultats obtenus ont été très variables et ne peuvent être présentés de façon synthétique. Toutefois, quelques grandes tendances se sont dégagées :

- la sensibilité des individus à cette molécule a été très variable et un même individu a pu présenter des réactions très similaires à des posologies différentes ;

- quelle qu'ait été la posologie appliquée, la qualité de la tranquillisation (analgésie, myorelaxation) n'a jamais donné entière satisfaction ;

- le désagrément majeur a été la variabilité du degré de sédation au cours d'une même tranquillisation, indépendamment de la posologie appliquée. Les individus ont fréquemment alterné des états différents : tranquillisation légère (animal au repos ne tenant pas le décubitus latéral et sensible aux *stimuli* externes), tranquillisation profonde (animal inerte) et des phases d'éveil (marche, comportement exploratoire, toilette !). Cette alternance d'un état de tranquillisation profonde entrecoupé de phases de réveil a pu correspondre à une plage de posologies très étendue pour un même animal ;

- si sur un même individu, l'augmentation de la posologie a entraîné l'augmentation des effets de la tranquillisation (durée, intensité des effets déresseurs), elle n'a jamais permis d'effacer ces phases de réveil au cours de la tranquillisation ;

- les durées des phases d'induction, d'état et de réveil ont montré de grandes variations à une même posologie selon les individus ;

- aucun cas de réaction locale n'a été constaté après 24 et 48 h, mais les animaux au réveil ont eu une mobilité réduite du postérieur injecté.

Chez l'athérure, les résultats obtenus à deux posologies différentes sont présentés dans le tableau II.

Anesthésie

Association de la xylazine et de la kétamine

Chez le cricétome, deux formules ont été testées :

- la formule 1, avec 0,5 ml/kg de chaque produit, soit 10 mg/kg de xylazine et 50 mg/kg de kétamine ;

- la formule 2, avec 6 mg/kg de xylazine et 70 mg/kg de kétamine.

Les résultats obtenus sont reportés au tableau III.

La formule 1 a permis d'obtenir une bonne analgésie avec une induction rapide et de longues durées pour les phases d'état et de réveil. Afin de favoriser l'obtention d'une bonne analgésie de façon plus systématique, une formule (formule 2) a été testée dans laquelle la quantité de kétamine a été augmentée. Une bonne analgésie n'a alors été obtenue que dans deux cas sur quatre ; ceci uniquement sur une partie de la phase d'état tandis que la durée de la phase de réveil a été majorée.

Chez l'athérure, un mélange équivolumique de 0,05 ml/kg de chaque spécialité a été testé (Rompun 2 p. 100[®] et Imalgène 1 000[®]), soit 1 mg/kg de xylazine + 5 mg/kg de kétamine. Les résultats obtenus ont été jugés satisfaisants et sont aussi présentés dans le tableau III.

Association du zolazépam et de la tilé-tamine

Ce mélange n'a été testé que sur l'athérure. Dans un premier temps, quatre anesthésies à la posologie de 15 mg/kg ont été pratiquées. Un athérure n'a présenté aucun signe d'anesthésie. Deux autres ont montré une légère somnolence mais sont restés sensibles aux *sti-*

Tableau I

Effets de l'administration d'acépromazine chez le cricétome

Posologie	Nb. de tranquillisations/ nb. d'animaux	Sédation	Tonus musculaire	Analgésie	Induction	Etat	Réveil
5 mg/kg	5/5	Forte somnolence	Myorelaxation légère	Faible	20 ± 6 min	94 ± 31 min	-

muli externes et ont présenté une rigidité musculaire importante. Le décubitus dorsal n'a pu être maintenu. Enfin, sur le quatrième animal, une réaction satisfaisante a été obtenue. Toutefois, cette posologie a été jugée insuffisante.

Sept anesthésies ont alors été pratiquées à 20 mg/kg. Les résultats ont été satisfaisants sauf sur un individu. L'induction a été courte (entre 5 et 8 min), la phase d'état a duré 57 ± 23 min et le réveil 51 ± 27 min. Signalons que les animaux ont tous présenté au cours de la phase de réveil une hypertonie musculaire importante.

Paramètres physiologiques mesurés

L'impact des différents protocoles testés s'est manifesté par une diminution des paramètres physiologiques mesurés, traduisant l'effet dépresseur de ces molécules. Les valeurs significatives figurent dans le tableau IV. Toutefois, une élévation de la température rectale entre T0 et T15 a été fréquente et probablement liée à la manipulation stressante de T0.

■ DISCUSSION

Chez le cricétome, l'acépromazine utilisée à 5 mg/kg a permis d'obtenir une tranquillisation suffisante pour effectuer une inspection soignée des animaux et pratiquer de petits soins peu ou pas invasifs. Dans notre pratique courante, nous sommes amenés à utiliser très fréquemment ce protocole avec entière satisfaction afin

de procéder à la taille des incisives des individus qui présentent des défauts d'usure.

En revanche, chez cette espèce, les résultats obtenus avec la xylazine n'ont pas permis de déterminer de posologie efficace standard. La différence de sensibilité des individus ne peut être rattachée, d'une part, ni au lieu ni à la voie d'injection (identique pour tous) et, d'autre part, ni à l'âge ni au sexe (31 des 32 tranquillisations pratiquées l'ont été sur des mâles adultes). La répétabilité de l'effet obtenu a toutefois pu être vérifiée sur un même individu à une posologie donnée.

Les phénomènes de réveil au cours de la tranquillisation ne sont pas apparus à des *infra* posologies, mais ils ont semblé s'accroître en fréquence au cours d'une même tranquillisation tandis que la dose a été augmentée.

Compte tenu des inconvénients et des risques présumés à utiliser la xylazine à des posologies supérieures à 20 mg/kg (volumes à injecter, durée d'action, effets dépresseurs), nous n'avons pas souhaité prolonger les essais à des posologies supérieures à 20 mg/kg.

La xylazine administrée seule par voie intramusculaire sur le cricétome n'a pas permis d'obtenir une tranquillisation fiable et comode.

Au contraire, chez l'athérure, la tranquillisation a pu être obtenue avec l'usage de la xylazine seule à la posologie de 2 mg/kg pour réaliser l'inspection des animaux ou diverses manipulations, mais

Tableau II
Effets de l'administration de xylazine chez l'athérure

Posologie	Nb. de tranquillisations /nb. d'animaux	Sédation	Tonus musculaire	Analgésie	Induction	Etat	Réveil
4 mg/kg	10/7	Marquée (7/10)	Myorelaxation (9/10)	Bonne (6/10)	21 ± 23 min	100 ± 21 min	26 ± 21 min
		Somnolence (3/10)	Tonus normal (1/10)	Faible (3/10)			
				Nulle (1/10)			
2 mg/kg	10/7	Somnolence (9/10)	Hypotonie (10/10)	Bonne (2/10)	17 ± 10 min	54 ± 27 min	33 ± 31 min
				Faible (6/10)			
				Nulle (2/10)			

Tableau III
Effets de l'injection de mélanges de xylazine et de kétamine chez le cricétome et l'athérure

Espèce	Posologie (xylazine/kétamine en mg/kg)	Nb. de tranquillisations /nb. d'animaux	Sédation	Tonus musculaire	Analgésie	Induction	Etat	Réveil
Cricétome	10/50	10/6	Anesthésie	Myorelaxation	Bonne (8/10) Partielle (2/10)	2 min ± 40 sec	102 ± 24 min	74 ± 24 min
Cricétome	6/70	4/4	Anesthésie	Myorelaxation	Bonne (2/4) Partielle (2/4)	2 min 40 sec ± 40 sec	105 ± 55 min	98 ± 47 min
Athérure	1/5	10/5	Anesthésie	Myorelaxation	Bonne (9/10) Partielle (1/10)	6 ± 4 min	71 ± 12 min	19 ± 10 min

Tableau IV

Evolution de certains paramètres physiologiques des athérures et des cricétomes soumis à différents protocoles anesthésiques

Posologie (mg/kg) Espèce concernée Nb. d'anesthésies/ nb. d'animaux	Acépromazine		Xylazine		Xylazine/kétamine		
	5 Cricétome	2 Athérure	4 Athérure	10/50 Cricétome	6/70 Cricétome	1/5 Athérure	
	5/5	10/7	10/7	10/6	4/4	10/5	
Température rectale (en °C)	T0 : 36,5 ± 0,7 T15 : 37 ± 0,4 T120 : 34,7 ± 0,85	T0 : 38,9 ± 0,45 T15 : 39,1 ± 0,15 T120 : 37,2	T0 : 39,2 ± 0,4 T15 : 39,7 ± 0,8 T120 : 37,9 ± 0,75	T0 : 36,7 ± 0,6 T120 : 33,6 ± 0,6	T0 : 36,7 ± 0,5 T120 : 34,5 ± 0,75	T0 : 39 ± 0,5 T15 : 39,1 ± 0,6 T120 : 36,8	
Fréquence cardiaque (battements/min)	T0 : 229 ± 33 T15 : 234 ± 74 T75 à T120 : 170	T0 : 230 ± 43 T15 : 162 ± 23 T120 : 123 ± 21	T0 : 267 ± 35 T15 : 167 ± 26 T120 : 142 ± 20	T0 : 255 ± 51 T15 : 154 ± 18 T120 : 115 ± 15	T0 : 217 ± 51 T15 : 150 ± 16 T120 : 117 ± 11	T0 : 257 ± 36 T15 : 151 ± 5 T90 : 132 ± 18 T120 : 138	
Fréquence respiratoire (inspirations/min)	T0 : 77 ± 18 T105 : 33 ± 6 T120 : 47	T0 : 118 ± 36 T105 : 71 ± 15 T120 : 78 ± 25	T0 : 117 ± 38 T90 : 82 ± 20 T120 : 90 ± 20	T0 : 79 ± 20 T15 : 52 ± 13 T75 : 42 ± 10 T120 : 49 ± 14	T0 : 85 ± 25 T15 : 47 ± 17 T45 : 42 ± 15 T60 : 48 ± 17,5 T120 : 53 ± 31,7	T0 : 112 ± 31 T15 : 88 ± 21 T60 : 108 ± 30 T105 : 70 ± 20 T120 : 120	

Tableau V

Posologies d'anesthésie chez quelques espèces de rongeurs d'après différents auteurs

	Kétamine/xylazine (mg/kg, IM)	Tilétamine/zolazépam (mg/kg du mélange, IM)
Lapin	50/3 ⁶ 35/5 ⁴ 20-50/2 ⁸	
Cobaye	20-40/3-10 ^{4,7} 25/5 ² 25-35/2 ⁸	40-60 ⁵ 20-40 ⁹
Chinchilla	30-40/4-8 ⁹	22-44 ⁵ 20-40 ⁹
<i>Coendou</i> spp.	35/5 ¹²	
Athérure	5/1	20 minimum
Souris	50/50 ¹ 50/15 ⁸ 60-80/20 ⁸ 90-120/10 ⁸	
Rat	75-95/5-8 ¹ 40-100/2-5 ⁸	
Hamster	50/10 ³	
Gerbille	50/2 ³ 50/2 ⁸	
Cricétome	50/10	

1. Brugère H., 1989 ; 2. Chevaillier P., 1990 ; 3. Flecknell P., 1983 ; 4. Flecknell P., 1991 ; 5. Flecknell P., 1996 ; 6. Fowler M.E., 1986 ; 7. Genevois J.P. et coll., 1983 ; 8. Harkness J.E. et Wagner J.E., 1995 ; 9. Hrapkiewicz K. et coll., 1998 ; 12. Lemercier I., 1998

L'analgésie a été insuffisante pour des soins plus invasifs. Dans ces cas, il est préférable d'utiliser la xylazine à 4 mg/kg. Toutefois, le tableau II montre que les écarts-types de la durée des différentes phases, pour ces deux posologies, sont grands, ce qui traduit une forte variabilité de la durée des phases d'induction, d'état et de réveil selon les animaux. La phase d'induction peut notamment être assez longue (près de 45 min). Pour ces raisons, il n'est pas recommandé d'utiliser dans la pratique courante la xylazine seule sur l'athérure.

Concernant l'association de la xylazine et de la kétamine chez le cricétome, c'est la formule 1 qui a donné les résultats les plus probants. Son utilisation est donc recommandée lorsque des interventions invasives sont nécessaires (blessures profondes). L'induction est rapide et la myorelaxation de bonne qualité. L'analgésie est suffisante pour pratiquer des interventions chirurgicales, mais elle est maximale généralement plusieurs minutes après le début de la phase d'état (jusqu'à 30 min). La durée de l'anesthésie est satisfaisante (102 min en moyenne) et le réveil se déroule bien : après une phase ataxique de durée variable, l'animal se remet subitement sur ses pattes et son état de vigilance semble alors normal.

Chez l'athérure, la xylazine et la kétamine utilisées en association aux posologies respectives de 1 et 5 mg/kg ont procuré une anesthésie satisfaisante. Ces posologies sont 10 fois plus faibles que chez le cricétome.

Le Zolétil® à 20 mg/kg a permis d'obtenir l'immobilisation des athérures, mais la myorelaxation et l'analgésie ont parfois été insuffisantes. De plus, la durée du réveil a été longue.

Le tableau V présente les posologies de différents protocoles anesthésiques chez le lapin, quatre rongeurs hystricognathes [le cobaye (*Cavia porcellus*), le chinchilla (*Chinchilla laniger*) et deux porcs-épics arboricoles d'Amérique du Sud (*Coendou prehensilis* et *Coendou melanurus*)] et chez d'autres espèces de rongeurs.

Il est intéressant de noter que la formule 1 du mélange xylazine-kétamine testée chez le cricétome s'est beaucoup rapprochée des doses préconisées chez le hamster (*Cricetus cricetus*) et la gerbille (*Gerbillus gerbillus*), deux rongeurs de la famille des cricétidés.

Chez la souris (*Mus musculus*) et le rat (*Rattus norvegicus*), les doses de ces deux molécules sont en revanche plus élevées que celles recommandées pour le cricétome. De plus, pour ces deux espèces et malgré des posologies plus élevées, les phases d'état sont de plus courte durée : 60 à 100 min chez la souris (8), 15 à 60 min chez le rat (8), mais 70 à 150 min chez le cricétome.

Les posologies de Zolétil® citées pour le cobaye et le chinchilla permettent d'obtenir une immobilisation ou une légère anesthésie seulement. Dans ce cas, les résultats obtenus sur *Atherurus africanus* ont été très similaires. En revanche, il est intéressant de noter que les doses de kétamine/xylazine requises pour ce rongeur ont été nettement inférieures à celles requises pour d'autres rongeurs hystricognathes (cobaye, chinchilla et *Coendou* spp.) ou pour le lapin.

BIBLIOGRAPHIE

- BRUGERE H., 1989. Anesthésie du lapin et des rongeurs domestiques. In : Brugère-Picoux J. Ed., Pathologie du lapin de compagnie et des rongeurs domestiques. Maisons-Alfort, France, Ecole nationale vétérinaire, p. 61-74.
- CHEVAILLIER P., 1990. L'anesthésie du cobaye à l'aide de l'association tilétamine - zolazépam et xylazine et son antagonisme par la yohimbine. Thèse Doc. vét., Université de Créteil, France. (N° 72)
- FLECKNELL P., 1983. Restraint, anesthesia and treatment of children's pets. *Practice*, 5: 85-95.
- FLECKNELL P., 1991. Anesthésie et surveillance postopératoire des petits mammifères. *Vet. Rec.*, 5 : 27-33.
- FLECKNELL P., 1996. Anaesthesia and analgesia for rodents and rabbits. In: Handbook of rodent and rabbit medicine. Oxford, UK, Pergamon Press, p. 225.
- FOWLER M.E., 1986. Zoo and wild animal medicine, 2nd Edn. Philadelphia, PA, USA, WB Saunders, 1127 p.
- GENEVOIS J.P., AUTEFAGE A., FAYOLLE P., CAZIEUX A., BONNEMAISON P., 1983. L'anesthésie des espèces insolites en pratique vétérinaire courante. Note 3 : L'anesthésie du lapin et des rongeurs. *Revue Méd. vét.*, 135 : 379-384.

■ CONCLUSION

De ces essais, il ressort que l'association de xylazine et de kétamine dosées respectivement à 1 et 5 mg/kg et injectées par voie intramusculaire a procuré une anesthésie de bonne qualité chez l'athéru. La sédation, la myorelaxation et l'analgésie ont été bonnes, alors qu'avec la xylazine seule, l'analgésie a parfois été insuffisante. L'induction a été courte, la durée d'action suffisante pour pratiquer des interventions chirurgicales (71 min en moyenne) et le réveil rapide.

Chez le cricétome, l'acépromazine injectée par voie intramusculaire à la posologie de 5 mg/kg a permis d'inhiber suffisamment les réactions des animaux pour permettre de les manipuler sans difficulté. L'association de xylazine à 10 mg/kg et de kétamine à 50 mg/kg injectées simultanément par voie intramusculaire a procuré une anesthésie de durée suffisante pour pratiquer des actes de chirurgie. En revanche, la xylazine ne peut pas selon notre expérience être utilisée seule chez cette espèce par voie intramusculaire. Il serait intéressant d'étudier l'effet de cette molécule administrée par voie intra-péritonéale au cricétome.

- HARKNESS J.E., WAGNER J.E., 1995. The biology and medicine of rabbits and rodents, 4th Edn. Baltimore, MD, USA, Ed Williams & Wilkins Company, 372 p.
- HRAPKIEWICZ K., MEDINA L., HOLMES D.D., 1998. Clinical laboratory animal medicine: An introduction, 2nd Edn. Ames, IA, USA, Iowa State University Press, 277 p.
- JORI F., LOPEZ M., HOUBEN P., 1998. The biology and use of the African brush-tailed porcupine (*Atherurus africanus*, Gray 1842) as a food animal. A review. *Biodiversity Conserv.*, 7: 1417-1426.
- KINGDON J., 1997. The Kingdon field guide to African mammals. San Diego, CA, USA, Academic Press Natural World, p. 188.
- LEMERCIER I., 1998. *Coendou prehensilis* et *Coendou melanurus*, deux porcs-épics d'Amérique du Sud. Classification, biologie, anesthésie, parasitologie. Thèse Doc. vét., Université de Toulouse, France.
- STEEL E., 1994. Etude sur le volume et la valeur du commerce de la viande de brousse au Gabon. Libreville, Gabon, WWF, 84 p.

Accepté le 25.01.2002

Summary

Edderai D., Aran A., Woringer E., Houben P. Preliminary Results on the Chemical Immobilization of African Rodents: the Brush-Tailed Porcupine (*Atherurus africanus*, Gray 1842) and Giant Rat (*Cricetomys emini*, Waterhouse 1840). Study on Four Protocols

The project DGEF (Game Farming Development in Gabon) aims at establishing technical references on farming of wild species, among which are the brush-tailed porcupine (*Atherurus africanus*) and the giant rat (*Cricetomys emini*). In their daily practice, the authors had sometimes to give anesthetics before providing veterinary care. The effects of four protocols were tested at various dose rates: acepromazine, xylazine, a combination of xylazine and ketamine, and a combination of zolazepam and tiletamine. In the brush-tailed porcupine, lengths of induction, sleep-state and recovery induced by xylazine alone were very variable. The association xylazine at 1 mg/kg and ketamine at 5 mg/kg was very efficient for surgical anesthesia. In the giant rat, acepromazine at 5 mg/kg induced a satisfactory level of tranquillization. The association xylazine at 10 mg/kg and ketamine at 50 mg/kg was efficient for surgical anesthesia. Use of xylazine alone is not recommended in this species.

Key words: *Atherurus africanus* - *Cricetomys emini* - Rodent - Anesthesia - Gabon.

Resumen

Edderai D., Aran A., Woringer E., Houben P. Resultados preliminares sobre la inmovilización química de roedores africanos: *Atherurus africanus*, Gray 1842 y *Cricetomys emini*, Waterhouse 1840

El proyecto de Desarrollo en Gabón para la cría de caza trabaja sobre el desarrollo de técnicas de referencia para la cría de varias especies silvestres, entre las cuales se encuentran el *Atherurus africanus* y el *Cricetomys emini*. Dentro del marco de la práctica corriente, los autores fueron llevados a practicar ciertos procedimientos en estos animales que requirieron, en algunos casos, de una anestesia. Se probaron los efectos de cuatro protocolos con diferentes posologías: acepromacina, xilacina, una combinación de xilacina y de ketamina y una combinación de solacepan y tiletamina. En el *Atherurus*, la xilacina por si sola condujo a tiempos de inducción, de estado y de despertar muy variables. La asociación xilacina a 1 mg/kg + ketamina a 5 mg/kg se reveló muy eficaz para la obtención de una anestesia quirúrgica. En el *Cricetomys* la acepromacina a 5 mg/kg ofreció un estado de tranquilidad satisfactorio. Para obtener una anestesia quirúrgica, la asociación xilacina a 10 mg/kg + ketamina a 50 mg/kg fue eficaz. El uso de xilacina sola no parece ser indicado en esta especie.

Palabras clave: *Atherurus africanus* - *Cricetomys emini* - Roedor - Anestesia - Gabón.

Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux

ABONNEMENT/SUBSCRIPTION 2001 - 2002

Année Year	France	Union européenne European Union	Pays ACP ACP countries	Autres pays étrangers Other foreign countries
2001	72 € (≈ 470 FF)	88 € (≈ 580 FF)	56 € (≈ 365 FF)	96 € (≈ 630 FF)
2002	76 € (≈ 498 FF)	93 € (≈ 610 FF)	60 € (≈ 393 FF)	100 € (≈ 656 FF)
2001 + 2002	148 € (≈ 971 FF)	182 € (≈ 1 194 FF)	116 € (≈ 761 FF)	196 € (≈ 1 286 FF)

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:.....

pour l'année 2001
for year 2001

pour l'année 2002
for year 2002

pour 2001 et 2002
for 2001 and 2002

(cocher une case/please check one)

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

.....FF

.....€

à l'ordre de LAVOISIER ABONNEMENTS
payable to LAVOISIER ABONNEMENTS

A retourner à / Return to
LAVOISIER ABONNEMENTS
Anne Defois
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>

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

RECOMMANDATIONS AUX AUTEURS

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

- Le Rédacteur en chef accuse réception des manuscrits, puis les soumet au Comité de lecture. Les manuscrits peuvent alors être acceptés, refusés ou soumis à des demandes de modifications qui doivent être prises en compte (sauf justifications documentées).

La Rédaction se réserve le droit de renvoyer aux auteurs, avant toute lecture, les manuscrits non conformes aux recommandations suivantes :

- Le français est obligatoire pour tous les auteurs français ou francophones. L'anglais 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** ("3.5 inches") l'accompagne : le fichier texte est séparé du fichier tableaux et tous les fichiers sont au format Word Perfect ou Microsoft Word (indiquer clairement sur la disquette le logiciel utilisé).

- **Contenu des 1^{er} 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.

- **Figures** (photos, graphes, dessins, cartes) : sur papier uniquement, indépendantes du texte, numérotées en chiffre arabe dans l'ordre de leur apparition, les légendes rassemblées sur feuille indépendante, compréhensibles par elles-mêmes ; **de qualité excellente**, dès l'expédition du manuscrit, pour pouvoir être reproduites par clicage et réduites ou agrandies. Les frais d'impression des figures en couleur 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)...". La présentation est scrupuleusement respectée et aucun élément (ex : ville, pays et maison d'édition 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 vêlages chez le zébu Gobra (Peulh sénégalais). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **24** : 635-647.

3. GUYOT B., TOBAR M., VINCENT J.C., 1988. Essai de détermination de la couleur verte du café en système modèle. In : XII^e colloque scientifique international sur le café, Montreux, Suisse, 28 juin-3 juillet 1987. Paris, France, ASIC, p. 143-147.

4. RICORDEAU G., 1981. Genetics: breeding plans. In: Gall C., ed., Goat production. London, UK, Academic Press, p. 111-161.

Les publications **anonymes** seront classées au premier mot du titre.

Une présentation détaillée est disponible sur demande.

Utiliser les normes internationales ISO pour l'abréviation de périodiques.

Les **épreuves** sont envoyées au premier auteur ou au correspondant ; un délai de quelques jours est donné pour faire part de toutes corrections.

30 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. English may be used in all other cases.

- Complete manuscripts are submitted in **triplicate**, including one original. The text is typed, **double-spaced**, the pages are numbered. A **3.5" disquette** is included. The text and tables are in separate files saved under Word Perfect or Microsoft Word (clearly indicate on the diskette the software used).

- **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.

- **Figures** (photos, graphs, drawings, maps): originals submitted on paper only, separate from the text, numbered (Arabic num.) in the order they appear in the text; legends are listed separately, meaningful by themselves; **high-quality** is required from the start as they may be reproduced without any modification (except in size). 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)...". A very special care is given to their presentation and no item may be omitted (e.g., do not forget the publisher's 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 vêlages chez le zébu Gobra (Peulh sénégalais). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **24** : 635-647.

3. GUYOT B., TOBAR M., VINCENT J.C., 1988. Essai de détermination de la couleur verte du café en système modèle. In : XII^e colloque scientifique international sur le café, Montreux, Suisse, 28 juin-3 juillet 1987. Paris, France, ASIC, p. 143-147.

4. RICORDEAU G., 1981. Genetics: breeding plans. In: Gall C., ed., Goat production. London, UK, Academic Press, p. 111-161.

Anonymous publications are listed under the title first word.

The complete guidelines are available upon request.

International ISO norms are used to abbreviate journal names.

Proofs are sent to the first author or to the correspondent who then has a few days to return the corrections.

30 reprints free of charge are sent solely to the first author or to the designated correspondent.