

Sommaire

PATHOLOGIE INFECTIEUSE

- 229 Comparaison des génomes d'isolats de virus de la peste porcine africaine provenant du Cameroun, d'autres pays africains et d'Europe. Ekue N.F., Wilkinson P.J. (*en anglais*)

PATHOLOGIE PARASITAIRE

- 239 Surveillance de l'incidence de la trypanosomose chez les bovins pendant les lâchers de mouches tsé-tsé stérilisées sur l'île d'Unguja, à Zanzibar. Dyck V.A., Pan H., Kassim S.S., Suleiman F.W., Mussa W.A., Saleh K.M., Juma K.G., Mkonyi P.A., Holland W.G., van der Eerden B.J.M., Dwinger R.H. (*en anglais*)
- 245 Variations intraspécifiques de la taille des ailes et du thorax chez *Glossina palpalis palpalis* (Robineau-Desvoidy, 1830) en zone forestière de Côte d'Ivoire. Sané B., Solano P., Garcia A., Fournet F., Laveissière C. (*en français*)
- 249 Comparaison de trois tests sérologiques pour le diagnostic de terrain du surra (trypanosomose à *Trypanosoma evansi*) chez le dromadaire au Tchad. Delafosse A., Doutoum A.A. (*en français*)
- 257 Épidémiologie des nématodes gastro-intestinaux des bovins dans la région centre de la Côte d'Ivoire. Komoin-Oka C., Zinsstag J., Fofana F., N'Depo A., Pandey V.S. (*en français*)
- 263 Excrétion des œufs de strongles de l'appareil digestif chez les bovins, les ovins et les chèvres de l'île de São Tomé en fonction du climat local, de la saison et du mode d'élevage. Neto-Padre L., Afonso-Roque M.M., Fazendeiro I., Refega S., Cabaret J. (*en anglais*)
- 267 Prévalence de parasites gastro-intestinaux chez le chamelon au Bahreïn. Abubakr M.I., Nayel M.N., Fadlalla M.E., Abdelrahman A.O., Abuobeida S.A., Elgabara Y.M. (*en anglais*)

RESSOURCES ALIMENTAIRES

- 273 Une approche des coûts de production des semences fourragères dans la zone soudano-sahélienne du Cameroun. Onana J., Yonkeu S. (*en français*)
- 278 Note de lecture (*en français*)
- 279 Mesure de la valeur alimentaire de fourrages et de sous-produits utilisés dans l'alimentation des petits ruminants. Nantoumé H., Kouriba A., Togola D., Ouologuem B. (*en français*)

RESSOURCES ANIMALES

- 285 Facteurs non-génétiques influençant le poids et la croissance de veaux de race Borgou à la Ferme d'élevage de l'Okpara au Bénin. Youssao A.K.I., Ahissou A., Michaux C., Farnir F., Touré Z., Idrissou N.-D., Leroy P.L. (*en français*)
- 293 Enquête sur des élevages de dromadaires dans la région de Qassim en Arabie saoudite : stratégies de conduite, productivité et mortalité. Abbas B., Al Qarawi A.A., Al Hawas A. (*en anglais*)
- 299 Le lait à Moundou, témoin de l'intégration marchande des systèmes pastoraux au sud du Tchad. Duteurtre G., Atteyeh A. (*en français*)

Contents

INFECTIOUS DISEASES

- 229 **Comparison of genomes of African swine fever virus isolates from Cameroon, other African countries and Europe.** Ekue N.F., Wilkinson P.J. (*in English*)

PARASITIC DISEASES

- 239 **Monitoring the incidence of trypanosomosis in cattle during the release of sterilized tsetse flies on Unguja Island, Zanzibar.** Dyck V.A., Pan H., Kassim S.S., Suleiman F.W., Mussa W.A., Saleh K.M., Juma K.G., Mkonyi P.A., Holland W.G., van der Eerden B.J.M., Dwinger R.H. (*in English*)
- 245 **Intraspecific variations of wing and thorax size of *Glossina palpalis palpalis* (Robineau-Desvoidy, 1830) in the forest region of Côte d'Ivoire.** Sané B., Solano P., Garcia A., Fournet F., Laveissière C. (*in French*)
- 249 **Comparison of three serological tests for field diagnosis of camel surra (*Trypanosoma evansi* infection) in Chad.** Delafosse A., Doutoum A.A. (*in French*)
- 257 **Epidemiology of gastrointestinal nematodes of cattle in Central Côte d'Ivoire.** Komoin-Oka C., Zinsstag J., Fofana F., N'Depo A., Pandey V.S. (*in French*)
- 263 **Digestive-tract strongyle fecal egg counts in cattle, sheep and goats of São Tomé Island in relation to local climate, season and breeding management.** Neto-Padre L., Afonso-Roque M.M., Fazendeiro I., Refega S., Cabaret J. (*in English*)
- 267 **Prevalence of gastrointestinal parasites in young camels in Bahrain.** Abubakr M.I., Nayel M.N., Fadlalla M.E., Abdelrahman A.O., Abuobeida S.A., Elgabara Y.M. (*in English*)

FEED RESOURCES

- 273 **Forage seed production in the Sudano-Sahelian zone of Cameroon.** Onana J., Yonkeu S. (*in French*)
- 278 **Reading note** (*in French*)
- 279 **Evaluation of the feeding value of forages and byproducts used for feeding small ruminants.** Nantoumé H., Kouriba A., Togola D., Ouologuem B. (*in French*)

ANIMAL RESOURCES

- 285 **Nongenetic factors influencing the weight and growth of Borgu calves at the Okpara Breeding Farm in Benin.** Youssao A.K.I., Ahissou A., Michaux C., Farnir F., Touré Z., Idrissou N.-D., Leroy P.L. (*in French*)
- 293 **Survey of camel husbandry in Qassim region, Saudi Arabia: Herding strategies, productivity and mortality.** Abbas B., Al Qarawi A.A., Al Hawas A. (*in English*)
- 299 **Market integration of pastoral systems in the south of Chad: Case of the milk trade in Moundou.** Duteurtre G., Atteyeh A. (*in French*)

Sumario

PATOLOGIA INFECCIOSA

- 229 Comparación de genomas de aislamientos del virus de la Fiebre porcina africana en Camerún, otros países africanos y Europa. Ekue N.F., Wilkinson P.J. (*en inglés*)

PATOLOGIA PARASITARIA

- 239 Seguimiento de la incidencia de tripanosomosis en el ganado, durante la liberación de moscas tsé-tsé esterilizadas en la Isla de Unguja, Zanzíbar. Dyck V.A., Pan H., Kassim S.S., Suleiman F.W., Mussa W.A., Saleh K.M., Juma K.G., Mkonyi P.A., Holland W.G., van der Eerden B.J.M., Dwinger R.H. (*en inglés*)
- 245 Variaciones intra específicas del tamaño de las alas y del tórax en *Glossina palpalis palpalis* (Robineau-Desvoidy, 1830) en la zona forestal de Costa de Marfil. Sané B., Solano P., García A., Fournet F., Laveissière C. (*en francés*)
- 249 Comparación de tres pruebas serológicas para el diagnóstico de campo de la « surra » (tripanosomosis por *Trypanosoma evansi*) en el dromedario en Chad. Delafosse A., Doutoum A.A. (*en francés*)
- 257 Epidemiología de los nemátodos gastrointestinales de los bovinos en la región central de Costa de Marfil. Komoin-Oka C., Zinsstag J., Fofana F., N'Depo A., Pandey V.S. (*en francés*)
- 263 Excreción de huevos de estróngilos del aparato digestivo de los bovinos, de los ovinos y de las cabras de la isla de San Tomé en función del clima local, de la estación y del tipo de crianza. Neto-Padre L., Afonso-Roque M.M., Fazendeiro I., Refega S., Cabaret J. (*en inglés*)
- 267 Prevalencia de parásitos gastrointestinales en camellos jóvenes en Bahrein. Abubakr M.I., Nayel M.N., Fadlalla M.E., Abdelrahman A.O., Abuobeida S.A., Elgabara Y.M. (*en inglés*)

RECURSOS ALIMENTICIOS

- 273 Un enfoque de los costos de producción de semillas forrajeras en la zona sudano sahariana de Camerún. Onana J., Yonkeu S. (*en francés*)
- 278 Nota de lectura (*en francés*)
- 279 Medida del valor alimenticio de los forrajes y de los sub productos utilizados en la alimentación de los pequeños rumiantes. Nantoumé H., Kouriba A., Togola D., Ouologuem B. (*en francés*)

RECURSOS ANIMALES

- 285 Factores no genéticos que influyen el peso y el crecimiento de terneros de raza Borgu en la finca de cría de Okpara, Benin. Youssao A.K.I., Ahissou A., Michaux C., Farnir F., Touré Z., Idrissou N.-D., Leroy P.L. (*en francés*)
- 293 Encuesta sobre la cría de camellos en la región de Qassim, Arabia Saudita: estrategias de hato, productividad y mortalidad. Abbas B., Al Qarawi A.A., Al Hawas A. (*en inglés*)
- 299 La leche en Moundu, testigo de la integración mercante de los sistemas pastoriles en el sur de Chad. Duteurtre G., Atteyeh A. (*en francés*)

Comparison of genomes of African swine fever virus isolates from Cameroon, other African countries and Europe

N.F. Ekue^{1*} P.J. Wilkinson²

Key words

Swine - African swine fever virus - Genome - Cameroon - Europe - Africa.

Summary

A comparison of genomes of African swine fever virus (ASFV) isolates from Cameroon, other African countries and Europe by restriction enzyme analysis showed that those from Cameroon and Europe were very closely related except for the Lisbon/57 genome which had a longer left terminal region. Also, the genomes of isolates from Angola, Democratic Republic of Congo (DRC) and Senegal were similar to those from Cameroon and Europe, although the isolates from Angola and Katanga, in DRC, had a long left terminal region similar in size to the Lisbon/57. Isolates from East and Southeast Africa were genetically different from Cameroon and European isolates and also different from each other. Comparison of BamHI restriction enzyme site maps of the virus genomes of Cameroon and European isolates showed a variation in size of the BamHI-L fragment which maps to the middle of the genome, while a comparison between Cameroon, West and Southwest African isolates showed that there were variations in the central and both termini of the genome. Although small differences were observed between genomes of ASF virus isolates from Cameroon, Europe, West and Southwest Africa, they could be considered to belong to the same group based on the similar restriction enzyme site maps of their genomes. The results of this study also showed that the persistent outbreaks of ASF in domestic pig populations in Cameroon might have been due to the re-introduction of closely related virus isolates from infected areas outside the country.

INTRODUCTION

African swine fever (ASF) is an acute, highly contagious and often fatal disease of domestic pigs (17, 18). It is caused by a large cytoplasmically-located, icosahedral virus that contains a complex, linear double-stranded DNA genome (1, 7). Although morphologically similar to and originally classified with the Iridoviridae, more detailed analysis has revealed that ASF virus genome and replication resemble those of Poxviridae in many respects (1, 5), and the virus is at this time placed in a separate family (Asfaviridae) in which it is the only member.

It has been established by restriction enzyme analysis and mapping restriction enzyme sites on genomes, that ASF virus isolates obtained from different parts of Cameroon at different times were very similar to each other (4, 10). It was shown in previous studies

that genomes of virus isolates obtained from outbreaks in domestic pigs in Europe were closely related to each other (6, 24, 25), and that some European isolates were closely related to those from outbreaks in domestic pigs in the Caribbean and the isolate that caused the ASF epizootic in Cameroon in 1982 (25). The origin of some outbreaks in Europe were traced back to the Iberian peninsula on the basis of epizootiological information and evidence from restriction enzyme analysis and restriction enzyme site maps of the genomes of the virus isolates (3, 26). In contrast, other African isolates of ASF virus collected from various hosts in different geographical locations over a long time span were genetically diverse (4, 9, 22, 23, 25). However, all the African isolates used by these workers were obtained from the eastern and southern parts of Africa. Outbreaks of ASF have been reported in other parts of the continent such as Benin, Senegal, Guinea Bissau, Nigeria and Côte d'Ivoire in the West, Central African Republic, Chad, Congo, Democratic Republic of Congo, Sao Tome, Angola and Namibia in the Southwest (2, 23, 27).

This study was therefore carried out to determine the genetic relationship between ASF virus isolates from Cameroon, other African countries and Europe by restriction enzyme site mapping of their genomes.

1. IRAD Nkolbisson, BP 2067, Yaounde, Cameroon

2. The Institute of Animal Health, Pirbright Laboratory, Pirbright, Surrey, GU24 0NF, UK

* Corresponding author

Tel/Fax: +237 22 33 62; E-mail: iradpnva@iccnnet.cm

■ MATERIALS AND METHODS

The ASF virus isolates used in the study are described in table I. Crossbred large White/Landrace pigs of 20-30 kg live weight were used to obtain infected red blood cells. Each pig was injected intramuscularly with 2 ml of original stock of each virus at a titer of 10^3 - 10^4 HAD₅₀/ml. When the animals developed a temperature of 40°C or more about 3-4 days postinoculation, infected blood was obtained from the jugular vein after anesthesia with Pentobarbitone-Na (Sagatal[®], May and Baker). The blood was collected in one-liter plastic pots containing 100 ml of 7.5% EDTA

Table I

African swine fever virus isolates from Europe, Africa and Cameroon used in restriction enzyme analysis

Isolate	Area	Year	Passage history*
Europe			
Lisbon/57	Portugal	1957	BC4' P2
Lisbon/60	Portugal	1960	PBM2
Malta/78	Malta	1978	P1 of original lymph node
Sardinia/78	Sardinia	1978	PBL4
Sardinia/82	Sardinia	1982	PBL3, P1
Italy/83	Cavaller/cone	1983	P1
Montijo/84	Portugal	1984	P2
Belgium/85	West Flanders	1985	Buffy coat 1, P1
Holland/86	Near Hague	1986	P1 of original spleen sample
Africa			
Dakar/59	Senegal	1959	Spleen
Katanga/67	DRC	1967	No information
Angola/70	Luanda	1970	P3
Angola/72	Luanda	1972	No information
Mozambique/79	Mozambique	1979	No information
Malawi/84	Mchinji	1984	P1
Namibia/86-1	Omaruru	1986	BC2
Tanzania/87	Mbeya	1987	P2
Zambia/87	Nayamuseta	1987	P1
Cameroon			
CAM/82	Guzang, Northwest Province	1982	P2
CAM/85	Mankon, Northwest Province	1985	P1
CAM/86	Limbe, Southwest Province	1986	P1
CAM/87	Bafoussam, West Province	1987	P1
CAM/88	Bandjoun, West Province	1988	P1

NB: The various ASF virus isolates were obtained from spleen, blood and serum of infected pigs

* Legend: P = pig passage; BC = buffy coat passage; PBM = pig bone marrow passage; PBL = peripheral blood leukocyte passage

to give a final concentration of 0.75% and the buffy coat was separated from red cells by centrifugation (5000 rpm for 30 min at 4°C). The extraction of ASF virus DNA from the infected pig red blood cells was then carried out as described by Wesley and Tuthill (25) on 25/50% rather than 25/60% sucrose gradients. In addition, virus preparations were treated with DNase (50 mg/ml) followed by 1% Tween 80 in order to remove contaminating DNA before loading onto sucrose gradients. Following lysis of virus with SDS and pronase, DNA was separated by phenol extraction. The restriction enzymes, BamHI, Asp718 and XbaI obtained from Boehringer Mannheim, were used to digest the virus DNA following manufacturer's recommendations. End-labeling of ³²PdATP, using klenow fragment of DNA polymerase, was performed using standard procedures (20). Electrophoresis of the digested and end-labeled products was performed on 0.6% agarose (sigma type II) gel in 40 mM Tris-acetate buffer (pH 8.0). The gels were dried and the bands visualized by autoradiography. DNA was transferred from wet agarose gels onto Hybond-N filters (Amersham) by the method of Southern (21) and was covalently attached to the filters by heating in an oven at 80°C for 2 h. Hybridization was carried out using plasmid clones of the Vero cell-adapted Spanish isolate of ASF virus DNA as probes (19), and the procedure was as described by Feinberg and Vogelstein (13). Preparation of Southern filters, radioactively labeled probes and hybridization to Southern filters were all procedures used in the construction of restriction enzyme site maps of the ASF virus isolates of the study.

■ RESULTS

Restriction enzyme analysis of the genomes of European and Cameroon ASF virus isolates

Three restriction enzymes, BamHI, Asp 718, and XbaI, were used to digest the DNA obtained from the various ASF virus isolates and the products analyzed by agarose gel electrophoresis. The results showed that the genomes of Cameroon ASF virus isolates were very similar to those of the European isolates used in the study (figures 1, 2 and 3), although one fragment (BamHI-L, Asp 718-I) varied in length between the isolates. CAM/86 ASF virus isolate also differed from other isolates in the mobility of the Asp 718-H and BamHI-0 fragment.

Comparison of BamHI restriction enzyme site maps of genomes of European and Cameroon isolates of ASFV

The order of BamHI restriction enzyme fragments of the genomes of virus isolates from Europe and Cameroon used in the study were observed to be the same except for the Lisbon/57 virus isolate (figure 4). The right terminal fragment differed in size in the genomes of CAM/86 and Lisbon/57 virus isolates, but it was observed to be the same size in the genomes of the other virus isolates (figure 4). The BamHI-L fragment located in the central region of the genome showed a variation in size in the genomes of the virus isolates (figure 4). The sizes of the BamHI-L fragments are given in table II. The Lisbon/57 virus isolate had an additional 6 Kb sequence in the left region about 10 Kb from the left terminus of the genome and varied in the size of two fragments close to the right terminus (figure 4).

Cameroon and European ASFV isolates could be separated into four groups based on the variation in size of BamHI-L fragments

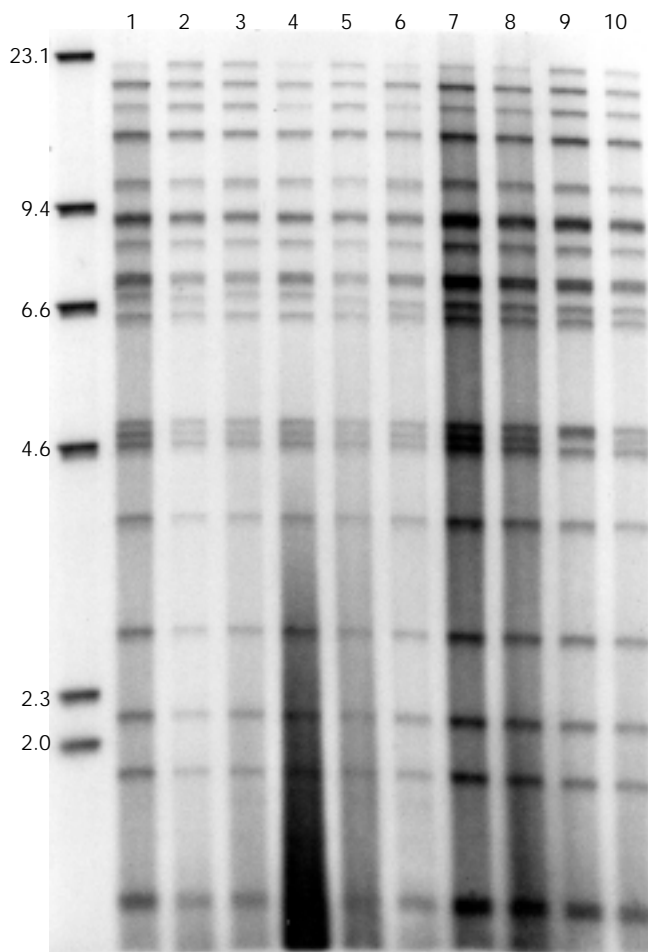


Figure 1: Restriction enzyme analysis of genomes of Cameroon and European isolates of the African swine fever virus using BamHI. Lane 1: Malta/78; lane 2: Sardinia/78; lane 3: Sardinia/82; lane 4: Italy/83; lane 5: Montijo (Lisbon)/84; lane 6: Belgium/85; lane 7: CAM/82; lane 8: CAM/85; lane 9: CAM/86; lane 10: CAM/87. Sizes of molecular weight markers in Kbp are indicated.

even though their restriction enzyme fragment patterns were very similar (table III). Group 1 contained Belgium/85, CAM/82, CAM/85, CAM/87 and CAM/88 isolates. Group 2 included Montijo/84, Sardinia/78 and CAM/86, while Group 3 was made up of Malta/78, Sardinia/82 and Italy/83 isolates of ASFV. The genome of the CAM/86 virus isolate contained an additional variation in the right terminal fragment which differed from the other members of Group 2, so it could actually be placed in a subgroup (Group 2a) within Group 2.

Restriction enzyme analysis of the genomes of ASFV isolates from Cameroon and other African countries

Virus DNA prepared from isolates from Cameroon, Senegal, Democratic Republic of Congo (DRC), Angola, Namibia, Malawi, Zambia and Mozambique were digested with the restriction enzyme BamHI, and the digested products were analyzed by agarose gel electrophoresis. The restriction enzyme fragment patterns of virus isolates from the east and southeast of Africa (Tanzania, Malawi, Zambia and Mozambique) were very different from those of the genomes of Cameroon virus isolates and were also different from each other (figures 5 and 6).

Géomes d'isolats de virus de la ppa d'Afrique et d'Europe

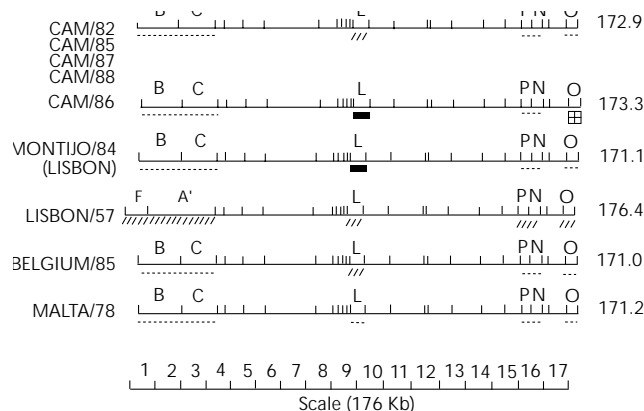


Figure 2: Restriction enzyme analysis of genomes of Cameroon and European isolates of the African swine fever virus with the restriction enzyme Asp718. Lanes 1-10 contain ASFV isolates mentioned in the same order as in figure 1. Sizes of molecular weight markers in Kbp are indicated.

The genome of the Dakar/59 virus isolate from Senegal in West Africa was very similar to the genomes of southwest African virus isolates and also similar to the genomes of viruses from Cameroon (figures 5 and 6). The Dakar/59 and southwest African isolates were genetically very different from the east and southeast African virus isolates (figures 5 and 6).

Comparison of BamHI restriction enzyme site maps of genomes of Cameroon and African isolates of ASFV

BamHI restriction enzyme site maps were constructed for the genomes of ASFV isolates from Senegal (Dakar/59), DRC (Katanga/67) and Angola (Angola/70, Angola/72). The order and sizes of restriction fragments were determined. The fragment order was the same for the genomes of ASFV isolates from Angola and DRC, but these two differed from that of the Dakar/59 isolate which showed a deletion of the BamHI-F fragment in the left terminus of the genome (figure 7). A comparison of restriction enzyme site maps showed that the fragment order of the genomes of Cameroon virus isolates differed from those of the two Angola viruses, Katanga/67 A and B, and Dakar/59 virus isolates (figure 7). The RK' plasmid clone which contains DNA from the

Genomes of some ASFV isolates from Africa and Europe

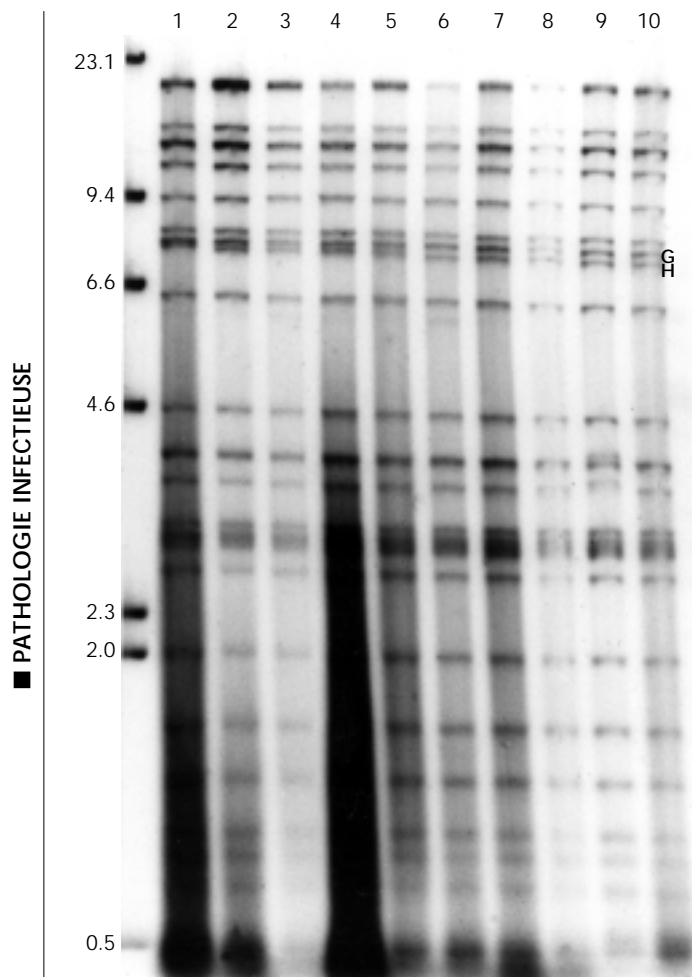


Figure 3: Restriction enzyme analysis of genomes of Cameroon and European isolates of the African swine fever virus with the restriction enzyme XbaI. Lanes 1-10 consist of ASFV isolates mentioned in the same order as in figure 1. Sizes of molecular weight markers in Kbp are indicated.

left terminus of the BA71V Spanish isolate (19) hybridized to two fragments in the genome of the Katanga/67 virus isolate, BamHI-A' and BamHI-F (figure 8). This resulted in the construction of two alternative restriction enzyme site maps for the genome of Katanga/67 ASFV isolate (figure 7). The sizes of the genomes were determined to be 167.4 Kbp for the Dakar/59, 178.2 Kbp for Katanga/67 and 177.3 Kbp for the virus isolates from Angola (Angola/70, Angola/72).

A comparison of restriction enzyme site maps showed that the fragment order of the genomes of Cameroon virus isolates differed from those of the two Angola viruses, Katanga/67 and Dakar/59 virus isolates (figure 7).

No fragment size variations were observed within the BamHI-L fragment, which maps to the central region of the genome for DNA of CAM/82, CAM/85, CAM/87, CAM/88, Angola/70, Angola/72 and Dakar/59 virus isolates. Virus isolates from Cameroon with the exception of CAM/86 had BamHI-L fragments, which were the same in size as those of the genomes of the two viruses from Angola and the one from Senegal (figure 7).

Variations were also observed in the Angola viruses, Katanga/67 and Dakar/59 isolates in the left terminal region, the region 10-35 Kb from the left terminus, the region about 10-20 Kb from the right terminus and the right terminus of the genome (figure 7). The right terminal fragment was the same in the genomes of Angola

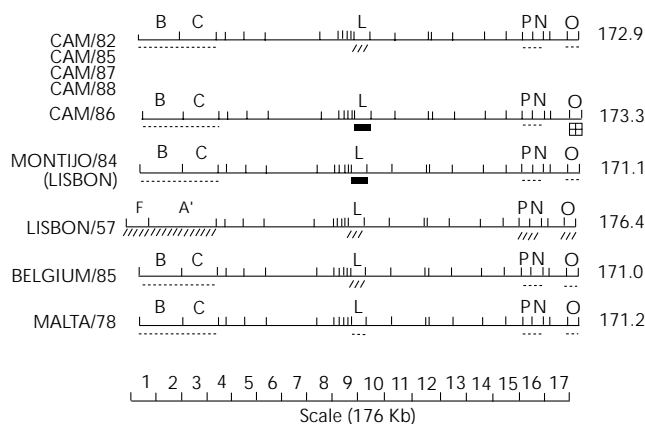


Figure 4: Comparison of BamHI restriction enzyme site maps of genomes of Cameroon and European isolates of African swine fever virus. Variable regions in the different genomes are indicated. Restriction site maps of the genomes of virus isolates from Europe taken from Wilkinson et al. (unpublished results).

Table II

Sizes of BamHI-L restriction enzyme fragments in genomes of isolates of African swine fever virus from Cameroon and Europe (in Kbp)

Belgium/85	6.4	Sardinia/78	6.5	Malta/78	6.6
CAM/82	6.4	Montijo/84	6.5	Sardinia/82	6.6
CAM/85	6.4	CAM/86	6.5	Italy/83	6.6
CAM/87	6.4				
CAM/88	6.4				

Table III

Distribution of isolates of African swine fever virus from Cameroon and Europe into groups based on the sizes of BamHI-L restriction enzyme fragments

Group 1	Group 2	Group 3
Belgium/85	Montijo/84	Malta/78
CAM/82	Sardinia/78	Sardinia/82
CAM/85		Italy/83
CAM/87	Group 2a	
CAM/88	CAM/86	

and Katanga/67 isolates, but differed from that of the Dakar/59 isolate (figure 7), and the difference was about 100 bp. The genomes of Katanga/67 and Dakar/59 virus isolates did not differ within the region about 10-20 Kb from the right terminus of the genome.

The virus genome of the Lil 20/1 isolate from Malawi (8) was very different from those from Cameroon and other isolates from the west and southwest of Africa by restriction enzyme site mapping, and it showed a marked difference in the order of the restriction enzyme fragments compared with the other virus isolates (8).

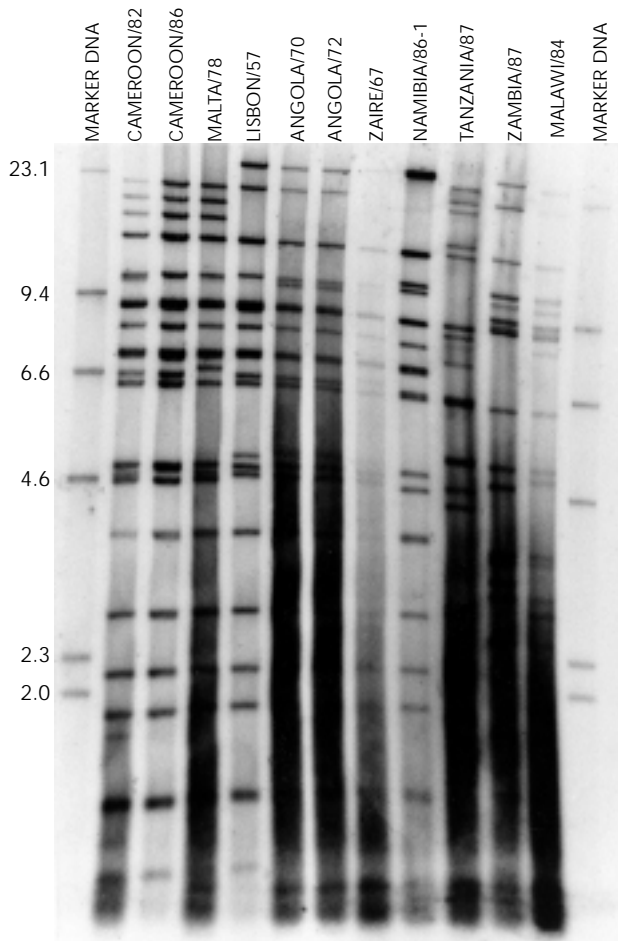


Figure 5: Restriction enzyme analysis of genomes of African swine fever virus isolates from Europe, Cameroon and other African countries with the restriction enzyme BamHI. The figure shows positions and sizes of the molecular weight markers in Kbp.

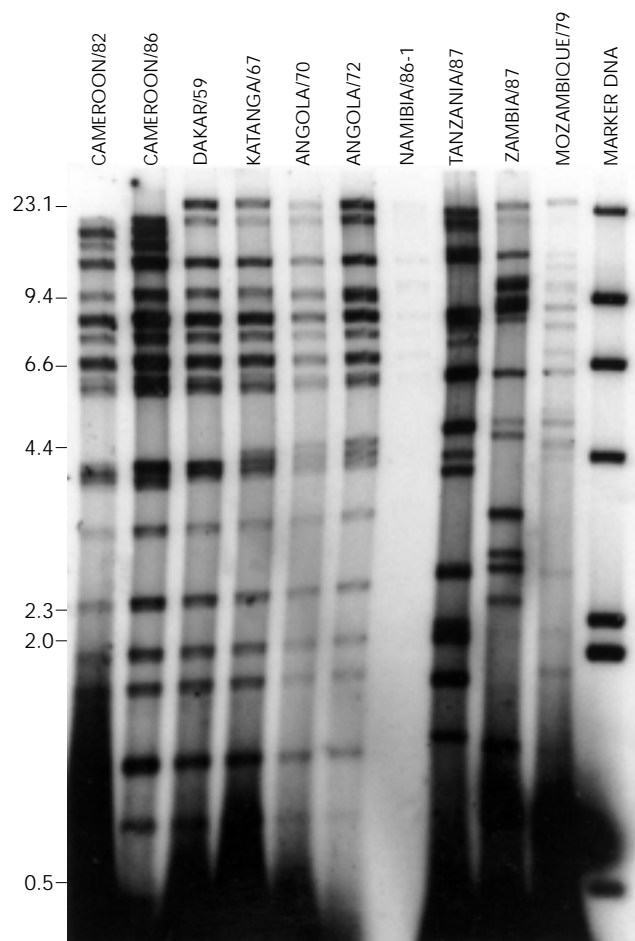


Figure 6: Restriction enzyme analysis of genomes of African swine fever virus isolates from Cameroon and other African countries with the enzyme BamHI. Molecular weight markers are indicated.

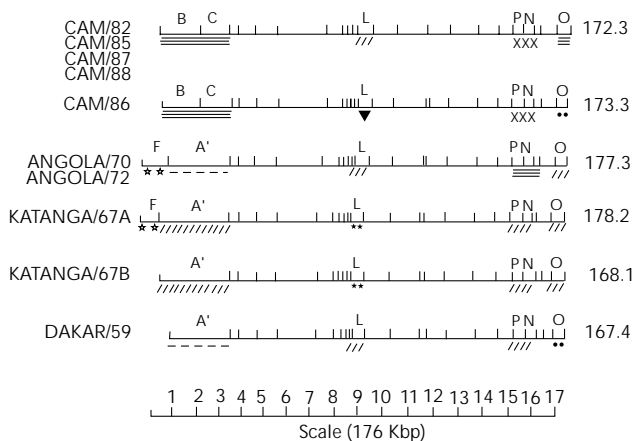


Figure 7: BamHI restriction enzyme site maps of virus genomes of Cameroon, Angola, Katanga/67 and Dakar/59 isolates of the African swine fever virus. The variable regions in each genome are indicated.

DISCUSSION

Restriction enzyme analysis of genomes of ASF virus isolates from Cameroon, other African countries and Europe showed that isolates from Cameroon and Europe were very closely related, except for the Lisbon/57 genome which had a longer left terminal region than

the others. Also, the genomes of isolates from Angola, DRC, and Senegal were similar to those from Cameroon and Europe. Virus isolates from Angola and Katanga had a long left terminal left region similar in size to the Lisbon/57 isolates. Isolates from East and Southeast Africa were genetically different from Cameroon and European isolates and also different from each other.

Comparison of BamHI restriction enzyme site maps of the virus genomes of the Cameroon and European isolates showed a variation in length of the BamHI-L fragment, which maps to the middle of the genome (figure 4). By comparing the variation in the BamHI-L fragment size, Cameroon and European isolates were separated into four groups: Group 1 contained the Belgium/85, CAM/82, CAM/85, CAM/87 and CAM/88 isolates, while Group 2 had the Montijo/84 and Sardinia/78 isolates with a subgroup 2a containing the CAM/86 isolate only. The CAM/86 virus isolate was put into a subgroup (Group 2a) because of the additional difference in size of the right terminal fragment despite the equality in size of the BamHI-L fragment with the other members of Group 2. Group 3 was made up of the Malta/78, Sardinia/82 and Italy/83 virus isolates (tables II and III).

Other workers have reported similarity in the restriction enzyme fragment patterns of genomes of ASF virus isolates obtained from outbreaks in domestic pigs in Europe, the Caribbean and the 1982 ASF outbreak in Cameroon (24, 25), and the results presented in this study were similar to their findings about the genomes of isolates from Cameroon and Europe. Although the Lisbon/57 virus

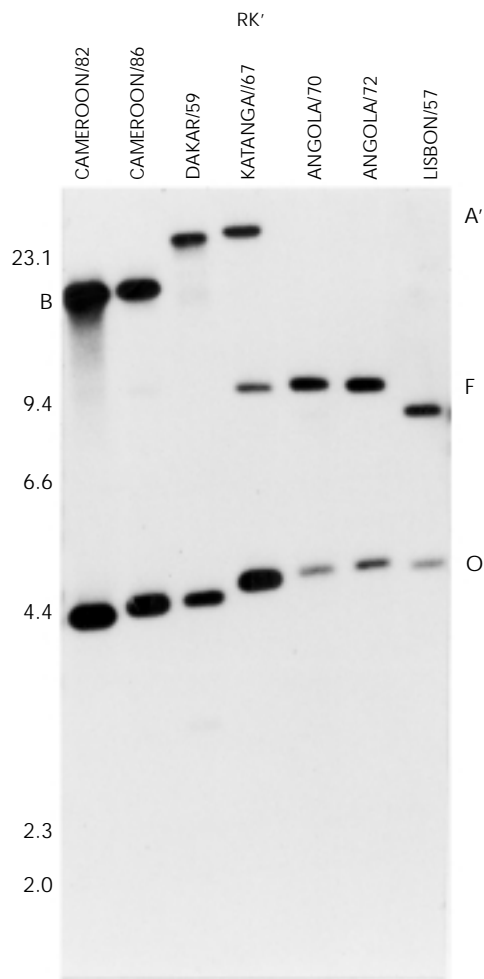


Figure 8: Hybridization of the plasmid DNA clone RK' with BamHI digests of CAM/82, CAM/86, Dakar/59, Katanga/67, Angola/72 and Lisbon/57 isolates of the African swine fever virus. Molecular weight markers in Kbp are indicated.

isolate showed a similar restriction enzyme fragment pattern to those of the genomes of the Cameroon isolates, differences in fragment sizes were observed at both ends of the genome (figure 4); it had an additional 6 Kb sequence at a position about 10 Kb from the left terminus (24).

A comparison of the genomes of ASF isolates from Cameroon with those of isolates from other African countries by restriction enzyme analysis showed that the virus isolates from Senegal (Dakar/59), DRC (Katanga/67), Angola (Angola/70, Angola/72) and Namibia (Namibia/86-1) were all similar to the genomes of Cameroon and European ASFV isolates (figure 5). The genomes of virus isolates from East and Southeast Africa were genetically very different from isolates from Cameroon, Europe, West and Southwest African countries, and were also very different from each other (figures 5 and 6). The RK' plasmid clone which contains DNA from the left terminus of the BA71V Spanish isolate (19) hybridized to two fragments in the genome of the Katanga/67 virus isolate, BamHI-A' and BamHI-F (figure 8). This resulted in the construction of two alternative restriction enzyme site maps for the genome of the Katanga/67 ASFV isolate (figure 7). Two possible explanations could be given for this phenomenon.

First, it is possible that the virus DNA was extracted from two virus populations in the Katanga/67 virus isolate which differed in the left terminal fragment of their genomes as observed by the cross-

hybridization with the RK' plasmid clone (figure 8). In the Katanga/67B virus population, a deletion may have occurred near the end of the genome which was the same size as the BamHI-F fragment and also removed the Sal I site between fragments F and A'. The genome map would therefore have a left terminal fragment the same length as the A' fragment and no F fragment (figure 7). The Katanga/67A virus population would have the BamHI-F fragment as the left terminal fragment since the F fragment in the Katanga/67B DNA was of reduced intensity compared to those in other virus isolates (figure 8). This indicates that the F fragment is present in a reduced molar ratio supporting the hypothesis that two virus populations were present in the Katanga isolate. The other possible explanation is that the Katanga/67 virus probably has sequences in the BamHI-A' fragment which were either the 360 multigene family or tandem repeats closely related to those in the terminal inverted repetitions as observed in the BA71V strain of ASFV (14), and these hybridize with the RK' plasmid DNA clone. The Lisbon/57 and Angola viruses did not show such hybridization with the RK' plasmid clone, hence they do not have these sequences within the BamHI-A' fragment.

However, a comparison of restriction enzyme site maps of genomes of Cameroon and west and southwest African isolates showed that there were variations in the central region and in both termini of the genomes (figure 7). The order of restriction enzyme fragments was the same only for the virus isolates from Angola and the Katanga/67A, and the same for the Katanga/67B and Dakar/59 isolates (figure 7). The order of restriction enzyme fragments of the genome of the Lil20/1 isolate from Malawi (8) was very different from those of the other virus isolates. However, Dixon (8) observed that some BamHI fragments were conserved or were similar in length both in the Lil 20/1 and European isolates. These fragments were generally located in the right terminal 50 Kb, indicating that this region contained (by comparison) the most conserved sequences of the genome.

The genetic diversity of ASF virus isolates from the east and southeast of Africa has been reported by other workers (3, 4, 9, 22). It is also known that in these areas the virus is present in warthogs, soft ticks and domestic pigs (3, 4, 15, 16, 27). It is therefore possible that the genetic diversity observed in virus isolates from these areas may reflect the selective pressure imposed by the genetically different hosts in the area. On the other hand, the similarity of isolates from domestic pigs in Cameroon, Europe, the west and southwest of Africa indicated that all these domestic pig isolates may have originated from a single introduction of the ASF virus from a wildlife source into the domestic pig population. Once introduced into this population the virus was readily transmitted between pigs.

The results of this study have shown that the persistent outbreaks of ASF in domestic pig populations in Cameroon may have been due to the reintroduction of closely related virus isolates from infected areas outside the country. The possible role of soft ticks and warthogs in the transmission and persistence of the disease in the three main pig-producing provinces of Cameroon had also been investigated (11) and there was no evidence of the presence of these reservoir hosts of ASFV in these provinces.

Acknowledgments

The authors would like to thank Dr. L. Dixon for providing the DNA clones of the Lil 20/1 ASF virus isolate used in this study, Mr. G. Hutchings and Miss B. Lade for excellent technical assistance and Mr. I. Hughes for his help in the isolation compound. Our gratitude also goes to Dr. E. Vinuela who provided the

plasmid clones of the BA71-V ASF virus isolate used in this study. Finally, we thank the Institute of Agricultural Research for Development (IRAD), Cameroon, and the Overseas Development Administration (ODA), presently known as Department for International Development (DFID), for providing the funds.

REFERENCES

1. ALMENDRAL J.M., BLASCO R., LEY V., BELOSO A., TALAVERA A., VINUELA E., 1984. Restriction site map of African swine fever virus DNA. *Virology*, **133**: 258-270.
2. ANIMAL HEALTH YEAR BOOK, 1987. Rome, Italy, FAO, Animal Production & Health Division, p. 160.
3. ANNUAL REPORT OF THE INSTITUTE FOR ANIMAL HEALTH, 1994. Berks, UK, Compton, p. 132.
4. ANNUAL REPORT OF THE INSTITUTE FOR ANIMAL HEALTH, 1996. Berks, UK, Compton, p. 140.
5. BAROUDY B.M., VENKATESAN S., MOSS B., 1982. Incomplete base-paired flip-flop terminal loops link the two DNA strands of the vaccinia virus genome into one uninterrupted polymucleotide chain. *Cell*, **28**: 315-324.
6. BLASCO R., AGUERO M., ALMENDRAL J.M., VINUELA E., 1989. Variable and constant regions in African swine fever virus DNA. *Virology*, **168**: 330-338.
7. CARRASCOSA J.L., CARAZO J.M., CARRASCOSA A.L., GARCIA N., SANTISTEBAN A., VINUELA E., 1984. General morphology and capsid fine structure of African swine fever virus particles. *Virology*, **132**: 160-172.
8. DIXON L.K., 1988. Molecular cloning and restriction enzyme mapping of an African swine fever virus isolate from Malawi. *J. gen. Virol.*, **69**: 1683-1694.
9. DIXON L.K., WILKINSON P.J., 1988. Genetic diversity of African swine fever virus isolates from soft ticks (*Ornithodoros moubata*) inhabiting burrows in Zambia. *J. gen. Virol.*, **69**: 2981-2993.
10. EKUE N.F., 1989. PhD Thesis, University of Surrey, Guildford, UK, 231 p.
11. EKUE N.F., WILKINSON P.J., 1990. Absence of *Ornithodoros moubata*, the vector of African swine fever virus, from the main pig producing area of Cameroon. *Trop. Anim. Health Prod.*, **22**: 127-131.
12. EKUE N.F., WILKINSON P.J., 1999. Analysis of the genomes of African swine fever virus isolates from Cameroon. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **52**: 195-201.
13. FEINBERG A.P., VOGELSTEIN B., 1983. A technique for radio-labelling DNA restriction endonuclease fragments to high specific activity. *Anal. Biochem.*, **132**: 6-13.
14. GONZALEZ A., CALVO V., ALMAZAN F., ALMENDRAL J.M., RAMIREZ J.C., DELA VEGA I., BLASCO R., VINUELA E., 1989. Multigene family in African swine fever virus DNA. Family 360. *J. mol. Biol. In: J. Virol.*, **64**: 2073-2081.
15. HARENAPE J.M., MANU F.D., 1986. The distribution of ticks of the *Ornithodoros moubata* complex (Ixodoidea: Argasidae) in Malawi and its relation to African swine fever epizootiology. *J. Hyg.*, **96**: 535-544.
16. HARENAPE J.M., WILKINSON P.J., MELLOR P.S., 1988. Isolation of African swine fever virus from ticks of the *Ornithodoros moubata* complex (Ixodoidea Argasidae) collected within the African swine fever enzootic area of Malawi. *Epidemiol. Infect.*, **101**: 173-185.
17. HESS W.R., 1971. ASFV. *Virology monographs*, **9**: 1-33. New York, NY, USA, Springer-Verlag.
18. HESS W.R., 1981. African swine fever: a reassessment. *Adv. vet. Sci.*, **25**: 39-69.
19. LEY V., ALMENDRAL J.M., CARBONERO P., BELOSO A., VINUELA E., TALAVERA A., 1984. Molecular cloning of African swine fever virus DNA. *Virology*, **133**: 249-257.
20. MANIATIS T., FRITSCH E.F., SAMBROCK J., 1982. Molecular cloning: A laboratory manual. New York, NY, USA, Cold Spring Harbor Laboratory, 342 p.
21. SOUTHERN E.M., 1975. Detection of specific sequences among DNA fragments separated by gel electrophoresis. *J. mol. Biol.*, **9**: 503-518.
22. SUMPTION K.J., HUTCHINGS G.H., WILKINSON P.J., DIXON L.K., 1990. Variable regions on the genome of the Malawi isolate of African swine fever virus. *J. gen. Virol.*, **71**: 2331-2340.
23. THOMSON G.R., 1985. The epidemiology of African swine fever: the role of free-living hosts in Africa. *Onderst. J. vet. Res.*, **52**: 201-209.
24. VINUELA E., 1985. African swine fever. *Curr. Top. Microbiol. Immunol.*, **116**: 151-170.
25. WESLEY R.D., TUTHILL A.E., 1984. Genome relatedness among African swine fever virus field isolates by restriction endonuclease analysis. *Prev. vet. Med.*, **2**: 53-62.
26. WILKINSON P.J., 1986. Epidemiology of African swine fever. *Revue sci. tech. Off. int. Epizoot.*, **5**: 487-493.
27. WILKINSON P.J., PEGRAM R.G., PERRY B.D., LEMCHE J., SCHELS H.F., 1988. The distribution of African swine fever virus isolated from *Ornithodoros moubata* in Zambia. *Epidemiol. Infect.*, **101**: 547-564.

Reçu le 24.07.2000, accepté le 12.03.2001

Résumé

Ekue N.F., Wilkinson P.J. Comparaison des génomes d'isolats de virus de la peste porcine africaine provenant du Cameroun, d'autres pays africains et d'Europe

Une comparaison des cartes de restriction enzymatique des génomes d'isolats de virus de la peste porcine africaine (ppa) provenant du Cameroun, d'autres pays africains et d'Europe a montré que les souches du Cameroun et d'Europe étaient apparentées, à l'exception du virus Lisbon/57 dont la région terminale gauche du génome était plus longue. Par ailleurs, les génomes d'isolats d'Angola, de la République démocratique du Congo (Rdc) et du Sénégal étaient semblables à ceux du Cameroun et de l'Europe. Cependant, ceux d'Angola et du Katanga, en Rdc, avaient une longue région terminale gauche semblable à celle du Lisbon/57. Les souches d'Afrique de l'Est et du Sud-Est étaient génétiquement différentes de celles du Cameroun et d'Europe et différaient aussi entre elles. La comparaison des cartes de restriction obtenues par digestion de virus du Cameroun et d'Europe avec l'enzyme BamH1 a montré des différences de la taille du fragment BamHI-L qui est localisé au milieu du génome, alors qu'en comparant les isolats provenant du Cameroun, d'Afrique de l'Ouest et du Sud-Ouest les différences observées étaient situées au centre et aux extrémités du génome. Malgré ces petites variantes entre les génomes d'isolats de virus de la ppa provenant du Cameroun, d'Europe, d'Afrique de l'Ouest et du Sud-Ouest, on peut considérer qu'ils appartiennent au même groupe étant donné la grande ressemblance entre les cartes de restriction enzymatique de leurs génomes. Les résultats de cette étude ont également montré que les foyers récurrents de la ppa chez les populations porcines domestiques du Cameroun pouvaient être dus à la réintroduction de souches apparentées du virus à partir des zones infectées situées hors du pays.

Mots-clés : Porcin - Virus peste porcine africaine - Génome - Cameroun - Europe - Afrique.

Resumen

Ekue N.F., Wilkinson P.J. Comparación de genomas de aislamientos del virus de la Fiebre porcina africana en Camerún, otros países africanos y Europa

Una comparación de los genomas de aislamientos del virus de la Fiebre porcina africana (ASFV) en Camerún, otros países africanos y Europa, mediante un análisis de restricción enzimática, mostró que aquellos de Camerún y Europa se encuentran estrechamente relacionados, excepto el genoma Lisbon/57, el cual presentó una región terminal más larga. De igual manera, los genomas de aislamientos de Angola, la República Democrática del Congo (DRC) y Senegal fueron similares a los de Camerún y Europa, a pesar de que los aislamientos de Angola y Katanga, en DRC, presentaron una región terminal izquierda larga, similar en tamaño a la de Lisbon/57. Los aislamientos de África sudeste y este fueron genéticamente diferentes de los de Camerún y Europa, así como también diferentes entre ellos. La comparación de los mapas de sitios de restricción enzimática BamHI de los genomas virales de aislamientos de Camerún y Europa, mostraron una variación en tamaño del fragmento BamHI-L, localizado en el medio del genoma, mientras que la comparación entre aislamientos de Camerún, el oeste y sudoeste Africano mostraron que había variaciones en el centro y ambas terminales del genoma. A pesar de que se encontraron pequeñas diferencias entre los genomas de aislamientos de virus ASF de Camerún, Europa y África del oeste y sudoeste, estos podrían considerarse como pertenecientes al mismo grupo, basándose en la similitud de los mapas de los sitios de restricción enzimática. Los resultados de este estudio también mostraron que los brotes persistentes de ASF en las poblaciones suinas de Camerún pueden haber sido provocados por la re introducción de aislamientos de virus íntimamente relacionados desde áreas infectadas desde fuera del país.

Palabras clave: Cerdo - Virus de la peste porcina africana - Genoma - Camerún - Europa - África.

Monitoring the incidence of trypanosomosis in cattle during the release of sterilized tsetse flies on Unguja Island, Zanzibar

V.A. Dyck^{1*} H. Pan¹ S.S. Kassim² F.W. Suleiman²
W.A. Mussa² K.M. Saleh² K.G. Juma² P.A. Mkonyi³
W.G. Holland⁴ B.J.M. van der Eerden⁴ R.H. Dwingler⁴

Key words

Trypanosoma congolense -
Trypanosoma vivax - Trypanosomosis -
Glossina austeni - Morbidity -
Zanzibar.

Summary

The incidence of trypanosomosis in sentinel cattle on Unguja Island, Zanzibar, was monitored every two to five months in 1994-97 to observe changes in disease transmission attributable logically to the application of insecticides, the release of sterilized tsetse flies (*Glossina austeni* Newstead) and the consequent decline and eradication of the wild tsetse population. Two parasitological techniques (microhematocrit centrifuge and buffy coat) were used to monitor the disease incidence caused by *Trypanosoma congolense* Broden and *T. vivax* Ziemann. *T. congolense* and *T. vivax* were detected in 1994 and 1995, but only *T. vivax* was detected thereafter. By 1997, the incidence of bovine trypanosomosis was only 0.1%. There was evidently no increase in disease incidence due to the release of sterilized isometamidium chloride-treated male tsetse flies.

INTRODUCTION

Trypanosomosis has been a major constraint to livestock production on Unguja Island, Zanzibar, United Republic of Tanzania. According to a 1993 livestock census, there were about 45,000 cattle on the island. *Glossina austeni* Newstead, the only tsetse fly species on the island, has been responsible for the cyclical transmission of animal trypanosomosis caused by *Trypanosoma congolense* Broden and *T. vivax* Ziemann. The disease was first diagnosed in Zanzibar in 1908. The first trypanosomosis survey, carried out between 1948 and 1951, revealed an overall infection rate of 17% caused predominantly by *T. congolense*, followed by *T. vivax* (16). During a survey of cattle conducted from October 1986 to July 1987 and based on the thick blood smear method, 49% of blood samples were found to be positive for trypanosomes, and 99% of positive cases included the presence of the parasite *T. congolense*, but *T. vivax* was encountered occasionally (5). Subsequently, attempts were made to control tsetse flies with insecticides. Pest and disease suppression was somewhat achieved, but the tsetse fly was not

eradicated, especially in southern Unguja (1, 2, 32). A project was therefore initiated in 1994 to eradicate the tsetse fly by the sterile insect technique (SIT) (10). The project was completed successfully in 1997 (17, 30, 31, 36). During the SIT project the incidence of trypanosomosis in sentinel cattle was monitored to observe changes in disease transmission attributable logically to the application of insecticides, the release of sterilized tsetse flies and the consequent decline and eradication of the wild tsetse population.

There were two major tsetse fly SIT projects in the 1980's. Since the ultimate objective of vector eradication is cessation of trypanosome transmission and disease control, both projects monitored the disease as well as the fly population. In 1983-84, SIT was used to eradicate *Glossina palpalis gambiensis* and *G. tachinoides* in the Sideradougou pastoral zone (3500 km²) in Burkina Faso (6, 7). Subsequent to tsetse eradication, a 1986-87 survey of trypanosomes in cattle in the control zone showed that *T. congolense* had disappeared, while a low level of *T. vivax* still remained (3, 6). Then, in 1985-87 *G. palpalis palpalis* was eradicated in an agropastoral area (1500 km²) (BICOT project) in southern Plateau State, Nigeria (24). However, it was found that infections persisted in the project area's resident and sentinel cattle, possibly because of the presence of *G. tachinoides* or of the migratory activities of the cattle (12). Even though disease elimination seems probable following fly eradication, in these projects tsetse control or eradication did not guarantee the elimination of trypanosomosis in the control area.

This paper describes the results of monitoring the disease incidence during the tsetse SIT project in Zanzibar.

1. Department of Technical Cooperation, International Atomic Energy Agency, A-1400 Vienna, Austria

2. Commission of Agriculture and Livestock, PO Box 159, Zanzibar, Tanzania

3. Animal Diseases Research Institute, PO Box 9254, Dar es Salaam, Tanzania

4. Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture, International Atomic Energy Agency, A-1400 Vienna, Austria

* Corresponding author. Tel.: +43 1 888 0960; E-mail: ADyck@compuserve.com

Mailing address: Breitenfurter Strasse 380A/4, A-1235 Vienna, Austria

MATERIALS AND METHODS

Study blocks and sentinel animals

Unguja Island was divided into 38 arbitrarily delineated blocks (figure 1) so that each block contained approximately 1000 cattle. The sentinel animal system was initiated in northern Unguja (blocks 1-29 and 38) early in 1994 and in southern Unguja (blocks 30-37) near the end of 1994. In each block, cattle (under two years old, preferably female and available for repeated blood samples) were selected as sentinel animals, and they were distributed in the herds of local cattle owners. In order to use sentinel animals that represented the block in which they were kept and their owners lived, the cattle were selected in proportion to the location and number of bovines resident within a block. During this study, sentinel cattle were not moved out of their designated blocks. Sentinel animals were identified by village, owner, sex and external physical features such as color markings.

It was planned that blood samples would be taken repeatedly from the same sentinel animals throughout the project, but not all sentinel animals were available on every sampling date, so some data could not be recorded. In northern Unguja the average number of sentinel animals sampled per block ranged from 12 to 33, depending on the sampling date. In the north, it was not possible on each sampling date to get a consistently high number of animals due to the reluctance of some cattle owners to permit that blood samples be taken from their animals. However, in the south, the owners were more cooperative, and the average number of animals sampled per block was higher, ranging from 29 to 59, depending on the sampling date.

The sentinel animals were initially treated intramuscularly with diminazene aceturate (BERENIL[®], Hoechst AG, Frankfurt am Main, Germany) at 7 mg/kg. Two months after treatment, the regular blood-sampling program was launched to test for trypanosomes. To avoid misrepresentation, veterinarians on the island were instructed not to treat sentinel animals with trypanocidal drugs, and no unauthorized treatment was made. If a sentinel animal died or was slaughtered during the project, another suitable animal replaced it after the same treatment procedure had been followed.

Blood samples

Blood samples from sentinel cattle were taken every 2-5 months until near the end of 1997 (animals were sampled 13 times in northern Unguja, and 12 times in southern Unguja). Each animal which tested positive for trypanosomes was treated with diminazene aceturate at 7 mg/kg one or two days later (27), but beginning in late 1996 all sentinel animals were treated routinely with diminazene aceturate immediately after a blood sample was taken.

As each animal was surveyed, 5 ml of blood were collected from the jugular vein into a plain vacutainer. About 1 ml of the blood was poured into a 2-ml vial containing ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) to prevent blood from clotting, it was then put into a cool box until arrival at the laboratory a few hours later. In the laboratory, a microhematocrit reader was used for determination of the packed red cell volume (PCV) (27). Also, the microhematocrit centrifuge technique (MHCT) (39) and the buffy coat technique (BCT) (22, 28) were performed immediately on all samples. MHCT and BCT were repeated on all samples that had a PCV below 25% since the anemic animal might have trypanosomosis. In the few instances of mixed infection when an animal was positive for both *T. congolense* and *T. vivax*, the animal was regarded as half positive for one species and half positive for the other so as not to exaggerate the overall disease incidence.

Data handling

The software EPI-5 or EPI-6 (8) was used to record in a computer the data from the blood samples. All data (block number, name of village and cattle owner, description and age of individual cattle, date and time of each blood sample, results of PCV, MHCT and BCT tests) were entered. Assessment of trypanosome transmission was based on a change from negative to positive status in a sentinel animal.

Fly and disease control activities

In 1994 and 1995, to assist in suppressing the wild fly population, deltamethrin, as a pour-on formulation (SPOT-ON[®], Pitman-Moore, Middlesex, UK) or as a cattle dip (DECATIX[®], Pitman-Moore, Middlesex, UK), was applied about every other month to as many cattle and goats on the island as practically possible. As an incentive for the owners of sentinel cattle to cooperate with the blood-sampling program, sentinel cattle were included in these treatments. The owners wanted deltamethrin to be used because of the benefit of tick control. However, starting in 1996 when the wild fly population was at a low level, only sentinel cattle were treated with the pour-on formulation in order to maintain the cooperation of farmers owning sentinel cattle.

The aerial release of sterilized male tsetse flies commenced in August 1994 in southern Unguja prior to the first blood sample in the south (collected in January 1995), and the release started in northern Unguja in August 1996 following the tenth blood sample in the north (31). Release of sterilized males continued until the end of 1997 (36).

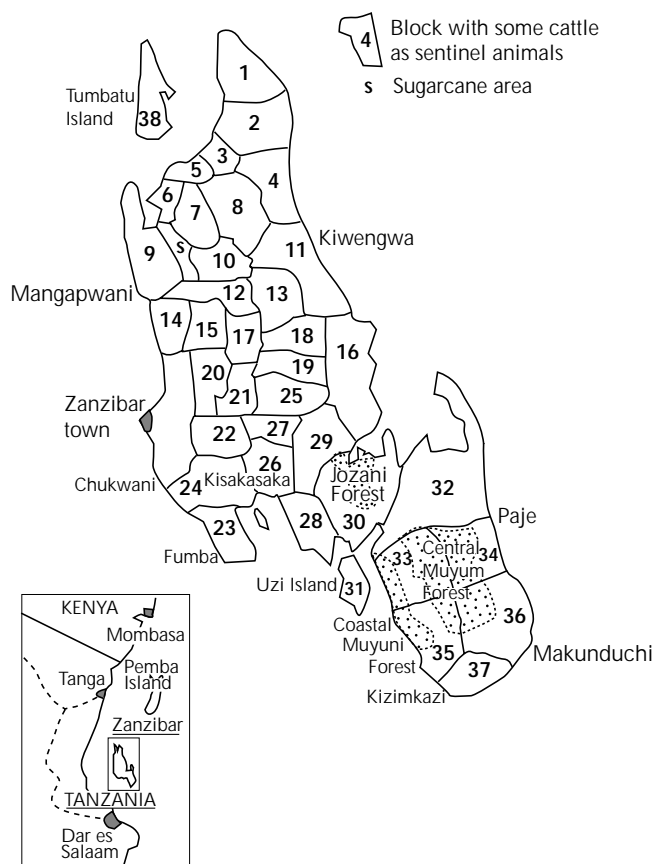


Figure 1: Map of Unguja Island showing the location of 38 blocks, each block containing sentinel cattle.

An enigmatic disease (*T. vivax*) outbreak developed in southern Unguja in 1995. To determine the cause of this outbreak, and to reduce the disease problem and prevent its reoccurrence, several actions were taken.

1. During the period of June to August 1995, 77 live sterilized male flies were collected from sticky traps in the Muyuni regions of southern Unguja (figure 1) (36) and were dissected on the same day they were collected. The proboscis (labrum and hypopharynx), gut and salivary glands were examined for pathogenic trypanosomes (29). In addition, during the same period, 62 live sterilized females were collected and dissected for trypanosomes.

2. Early in the project, when insufficient sterile male flies were available for release, the possibility that sterilized female flies could be a "sperm sink" for wild males, and thus contribute to fly control, was tested. Sterilized females were released experimentally from October 1994 to August 1995 in tsetse-unsuitable habitats in southern Unguja (extreme southern and eastern areas where sterilized males had not yet been released (37), to minimize the risk of disease transmission). However, when the *T. vivax* disease outbreak occurred in southern Unguja in August 1995, sterilized female releases were terminated, just in case the female flies were contributing to the outbreak.

3. Even though it was unlikely that the released sterilized male flies would transmit trypanosomosis, as a precaution starting in September 1995, all male tsetse flies destined for release were fed twice prior to release on blood mixed with isometamidium chloride (12.5 µg/ml blood) (SAMORIN®, RMB Animal Health, Dagenham, UK) (20, 21).

4. Also, in September 1995, all sentinel cattle in southern Unguja were treated with diminazene aceturate, and all other available cattle (about 3400) in southern Unguja were treated with isometamidium chloride. In addition, a pour-on or cattle-dip application of deltamethrin was performed on all available cattle in the area.

RESULTS

In northern Unguja the disease incidence was very low, always below 1% (figure 2). *T. congolense* was detected in only four animals out of 3152 sampled (0.13%), and only in 1994. In 1995-97 one animal positive for *T. vivax* was found in seven different sample periods, including the last period, but it was never the same animal. The positive case in August 1997 was an animal that, due to its unavailability in April, had not been sampled for nine months.

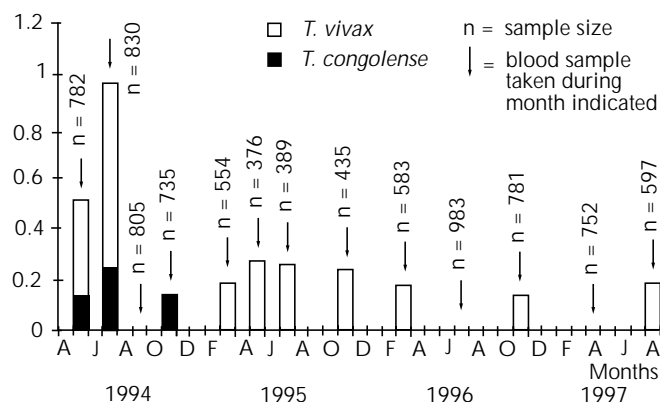


Figure 2: Incidence (%) of trypanosomosis in sentinel cattle in northern Unguja during 1994-1997 according to the microhematocrit centrifuge and buffy coat techniques.

In southern Unguja the disease incidence was considerably higher (figure 3). However, *T. congolense* was detected in relatively few cattle and not after 1995. Following the trypanocidal treatment in September 1995 of virtually all cattle in southern Unguja because of the *T. vivax* outbreak, the incidence of *T. vivax* greatly declined. In 1996, only ten cattle out of 1135 sampled (0.88%) were positive for *T. vivax*, and in 1997 only one out of 520 sampled (0.19%). The overall disease incidence in the sentinel cattle in 1997 was only 0.1%.

In mid 1995, 77 sterilized male flies trapped in the Muyuni villages (southern Unguja) were dissected for trypanosomes, but no trypanosome was found. Only one out of 62 trapped sterilized females showed an infection with *T. vivax*.

DISCUSSION

Due to the absence of tsetse flies and the unlikelihood of tsetse reinvasion, it is not expected that transmission of *T. congolense* and regular transmission of *T. vivax* will occur in the future. Even if there is mechanical transmission by other biting flies (4, 14, 18, 19, 34, 38)—in South America tabanids can transmit *T. vivax* (13, 25, 26)—, a rather controversial subject at the epidemiological level in Africa (15, 35), it is concluded that trypanosomosis is probably not sustainable on Unguja Island (30). Analysis of regular blood samples taken in 1998 and 1999 using MHCT and BCT indicated that no trypanosomosis transmission occurred following the 1997 completion of the tsetse fly eradication program, even in the presence of *Stomoxys* spp. (primarily *S. niger niger* Macquart) (30). This is an important finding, indicating that tsetse eradication using SIT has resulted in sustained disease control!

The practical necessity to apply deltamethrin to sentinel cattle in order to obtain farmers' cooperation, though undesirable from a scientific point of view, does not decrease the validity of the conclusion that the disease incidence decreased over time. Deltamethrin applications to sentinel cattle were made throughout the study period, so any effect on tsetse flies and disease transmission would have been uniform throughout.

It is recognized that MHCT and BCT are not sensitive enough techniques to detect the low numbers of parasites, due to fluctuating parasitemia, characteristic during the chronic stage of the disease (23). Nevertheless, the trends in the data, which were obtained in a consistent manner, support the conclusions made.

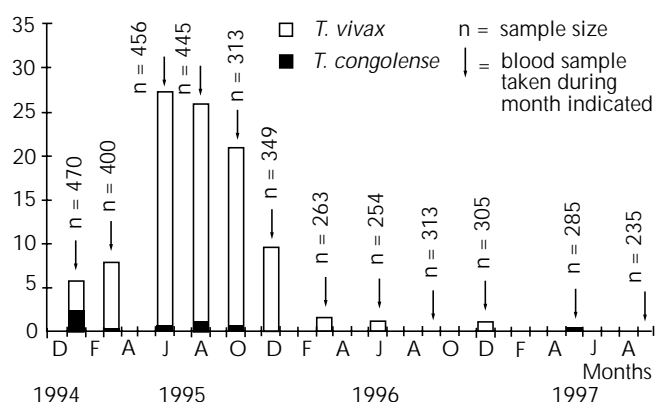


Figure 3: Incidence (%) of trypanosomosis in sentinel cattle in southern Unguja during 1995-1997 according to the microhematocrit centrifuge and buffy coat techniques.

During the early stages of the project, a serological technique, the antigen-detection ELISA, was used as an additional parameter for assessing disease transmission. Preliminary results using this ELISA technique were reported earlier (27), but recently they were found to be unreliable and difficult to interpret (9, 11), and the use of this technique was discontinued in 1997. Future monitoring of the disease situation with more sensitive techniques, such as the polymerase chain reaction (PCR) (33), would assist in evaluating the status of trypanosomosis.

The 1995 *T. vivax* outbreak in southern but not in northern Unguja is an enigma. Since the wild fly density was quite low in the southern portion of the island, it appears that the experimental release of sterilized female flies (October 1994-August 1995) might have contributed to disease transmission. However, almost none of the trapped females was found to be infected, and the high disease incidence in southern Unguja was more widespread than the small area in which females were released. The possibility that the outbreak was related to an environmental factor that caused stress in the cattle (4, 35) cannot be assessed properly since long-term data on disease prevalence prior to the SIT project were not collected.

■ CONCLUSION

The incidence of trypanosomosis on Unguja Island was quite low in 1994, probably due to the intensive insecticidal treatments to control the tsetse fly vectors in previous years, especially in northern Unguja. The incidence of *T. congolense* decreased to a negligible level by 1995, and that of *T. vivax* by 1996, the logical result of a declining wild tsetse fly population subjected to insecticide followed by SIT.

There was no direct evidence from fly dissection that released sterilized male tsetse flies transmitted trypanosomosis. Also, there was evidently no increase in disease incidence due to the release of these flies.

Acknowledgments

We express our gratitude to H.U. Feldmann and M.J.B. Vreysen for their constructive criticism of the manuscript, and to A.G. Parker and H.U. Feldmann for preparing the map of Unguja Island. We thank M.R. Mzee, A.M. Idrissa, S.S. Bedwi, S.M. Haji and A.M. Ngwali for their dedicated work in collecting and analyzing blood samples. We are grateful to A.R. Msangi, A.G. Parker and the scientific officers of the Tsetse and Trypanosomosis Research Institute, Tanga, for their advice in the course of this project. The cooperation of the many cattle owners involved is highly appreciated.

REFERENCES

1. Animal disease control project, Zanzibar, the United Republic of Tanzania, 1993. Project findings and recommendations. UNDP and FAO. AG:DP/URT/86/022 Terminal Report. Rome, Italy, FAO, 25 p.
2. Animal disease control, Phase II, the United Republic of Tanzania, 1994. Project findings and recommendations. UNDP and FAO. AG:DP/URT/91/006 Terminal Report. Rome, Italy, FAO, 19 p.
3. BAUER B., PETRICH-BAUER J., KABORE I., KOUROUMA B., MATTAUSCH M., SOME J., TAMBOURA I., 1988. Epidemiological survey in the pastoral zone of Sideradougou, Burkina Faso. In: Proc. Symp. Modern insect control: nuclear techniques and biotechnology, Vienna, Austria, 16-20 November 1987. Vienna, Austria, IAEA, p. 139-149.
4. BAYLIS M., STEVENSON P., 1998. Trypanosomiasis and tsetse control with insecticidal pour-ons – fact and fiction? *Parasitol. Today*, **14**: 77-82.
5. BOUVRY STRATFORD M., 1987. Background data for the control of cattle trypanosomiasis on Zanzibar, Tanzania (URT/81/017). Rome, Italy, FAO, 14 p. (Field document No. 10)
6. CLAIR M., CUISANCE D., POLITZAR H., MEROT P., BAUER B., 1990. Tsetse fly eradication in Burkina Faso and evaluation of traps and targets. In: Proc. final research coordination meeting, Sterile insect technique for tsetse control and eradication, Vom, Nigeria, 6-10 June 1988. Vienna, Austria, IAEA, p. 31-43.
7. 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 Sideradougou (Burkina Faso). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **37**: 449-467.
8. DEAN A.G., DEAN J.A., COULOMBIER D., BRENDEL D.A., SMITH D.C., BURTON A.H., DICKER R.C., SULLIVAN K.M., FAGAN R.F., ARNER T.G., 1994. Epi Info, Version 6: A word processing database and statistics program for epidemiology on microcomputers. Atlanta, GA, USA, Center for Disease Control and Prevention, 601 p.
9. DESQUESNES M., 1996. Evaluation of three antigen detection tests (monoclonal trapping ELISA) for African trypanosomes, with an isolate of *Trypanosoma vivax* from French Guyana. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, **791**: 172-184.
10. DYCK V.A., VREYSEN M.J.B., MRAMBA F., PARKER A.G., MKONYI P.A.A., SHAMBWANA I.A., MSANGI A., FELDMANN U., 1999. Eradication of *Glossina austeni* Newstead on Unguja Island (Zanzibar) by the sterile insect technique. 1. Development and strategy of the project "Tsetse fly eradication on Zanzibar". In: Proc. 2nd FAO/IAEA seminar for Africa, Animal trypanosomosis: vector and disease control using nuclear techniques, Zanzibar, Tanzania, 27 November-1 December 1995. Leiden, The Netherlands, Backhuys, p. 215-218.
11. EISLER M.C., LESSARD P., MASAKE R.A., MOLOO S.K., PEREGRINE A.S., 1998. Sensitivity and specificity of antigen-capture ELISAs for diagnosis of *Trypanosoma congolense* and *Trypanosoma vivax* infections in cattle. *Vet. Parasitol.*, **79**: 187-201.
12. EKEJINDU G.O.C., 1990. Surveillance of tsetse fly and cattle populations for trypanosomes in the BICOT area during the sterile insect technique control program. In: Proc. Final research coordination meeting, Sterile insect technique for tsetse control and eradication, Vom, Nigeria, 6-10 June 1988. Vienna, Austria, IAEA, p. 115-128.
13. FERENC S., RAYMOND H.L., LANCELOT R., 1988. Essai de transmission mécanique de *Trypanosoma vivax* Ziemann (Kinetoplastida: Trypanosomatidae) par le taon néotropical *Cryptotylus unicolor* Wiedemann (Diptera: Tabanidae). In: Proc. 18th Int. Congr. Entomol., p. 295. (Abstr. No. 51)
14. FOIL L.D., 1989. Tabanids as vectors of disease agents. *Parasitol. Today*, **5**: 88-96.
15. GARDINER P.R., 1989. Recent studies of the biology of *Trypanosoma vivax*. *Adv. Parasitol.*, **28**: 229-317.
16. JOHNS D.L., 1952. The tsetse and trypanosomiasis problem in Zanzibar. Report of the East African Trypanosomiasis Research Organization, 26 p.
17. KINLEY D.H., 1998. Aerial assault on the tsetse fly. *Environment*, **40**: 14-18 and 40-41.
18. MIHOK S., MARAMBA O., MUNYOKI E., KAGOIYA J., 1995. Mechanical transmission of *Trypanosoma* spp. by African Stomoxyinae (Diptera: Muscidae). *Trop. Med. Parasitol.*, **46**: 103-105.
19. MOLOO S.K., KABATA J.M., GITIRE N.M., 2000. Study on the mechanical transmission by tsetse fly *Glossina morsitans centralis* of *Trypanosoma vivax*, *T. congolense* or *T. brucei brucei* to goats. *Acta trop.*, **74**: 105-108.
20. MOLOO S.K., KAMUNYA G.W., 1987. Suppressive action of Samorin on the cyclical development of pathogenic trypanosomes in *Glossina morsitans centralis*. *Med. vet. Entomol.*, **1**: 285-287.
21. MSANGI A., KIWIA N.E., MRAMBA F., KITWIKA W.A.M., MALELE I., BYAMUNGU M.B., KASILAGILA G., DYCK V.A., PARKER A.G., 1999. Eradication of *Glossina austeni* Newstead on Unguja Island (Zanzibar) by the sterile insect technique. 2. Mass production and quality assessment of sterile flies. In: Proc. 2nd FAO/IAEA seminar for Africa, Animal trypanosomosis: vector and disease control using nuclear techniques, Zanzibar, Tanzania, 27 November-1 December 1995. Leiden, The Netherlands, Backhuys, p. 219-229.

22. MURRAY M., MURRAY P.K., MCINTYRE W.I.M., 1977. An improved parasitological technique for the diagnosis of African trypanosomosis. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, **71**: 325-326.
23. NANTULYA V.M., 1990. Trypanosomiasis in domestic animals: the problem of diagnosis. *Revue sci. tech. Off. int. Epiz.*, **9**: 357-367.
24. OLANDUNMADE M.A., FELDMANN U., TAKKEN W., TENABE S.O., HAMANN H.-J., ONAH J., DENGWAT L., VAN DER VLOEDT A.M.V., GINGRICH R.E., 1990. Eradication of *Glossina palpalis palpalis* (Robineau-Desvoidy) (Diptera: Glossinidae) from agropastoral land in central Nigeria by means of the sterile insect technique. In: Proc. Final research coordination meeting, Sterile insect technique for tsetse control and eradication, Vom, Nigeria, 6-10 June 1988. Vienna, Austria, IAEA, p. 5-23.
25. OTTE M.J., ABUABARA Y.J., 1991. Transmission of South American *Trypanosoma vivax* by the neotropical horsefly *Tabanus nebulosus*. *Acta trop.*, **49**: 73-76.
26. OTTE M.J., ABUABARA J.Y., NIETO M.I., GUTIERREZ J.R., 1988. Incidence of *Trypanosoma vivax* infection on three cattle farms on the north coast of Columbia. In: Proc. 5th int. Symp. Vet. Epid. Econ., p. 104-106.
27. PAN H.J., KASSIM S.S., SULEIMAN F.W., SHAMBWANA I.A., 1999. Eradication of *Glossina austeni* Newstead on Unguja Island (Zanzibar) by the sterile insect technique. 5. Monitoring of transmission of 3 *Trypanosoma* spp. by MHCT and Ag-ELISA. In: Proc. 2nd FAO/IAEA seminar for Africa, Animal trypanosomosis: vector and disease control using nuclear techniques, Zanzibar, Tanzania, 27 November-1 December 1995. Leiden, The Netherlands, Backhuys, p. 261-267.
28. PARIS J., MURRAY M., MCOODIMBA F., 1982. A comparative evaluation of the parasitological techniques currently available for the diagnosis of African trypanosomiasis in cattle. *Acta trop.*, **39**: 307-316.
29. POLLOCK J.N. Ed., 1982. Training manual for tsetse control personnel. Vol. I. Rome, Italy, FAO, p. 149-153.
30. SALEH K.M., MUSSA W.A., JUMA K.G., VREYSEN M.J.B., 1999. Eradication of *Glossina austeni* from the island of Unguja confirmed: Results of 2 years of post-eradication monitoring activities. In: Proc. 25th ISCTRC meeting, Mombasa, Kenya, 27 September-1 October 1999 (in press).
31. SALEH K.M., VREYSEN M.J.B., KASSIM S.S., SULEIMAN F.W., JUMA K.G., ZHU Z.-R., PAN H., DYCK V.A., FELDMANN U., 1997. The successful application of the sterile insect technique (SIT) for the eradication of *Glossina austeni* (Diptera: Glossinidae) from Unguja Island (Zanzibar). In: Proc. 24th ISCTRC meeting, Maputo, Mozambique, 29 September-3 October 1997, p. 438-445. (OAU/ISTRC No. 119)
32. SCHONEFELD A.H., 1988. Pilot trial for the control of *Glossina austeni* on the island of Zanzibar. FAO Report on Project TCP/URT/6758. Rome, Italy, FAO.
33. SOLANO P., MICHEL J.F., LEFRANCOIS T., DE LA ROCQUE S., SIDIBE I., ZOUNGRANA A., CUISANCE D., 1999. Polymerase chain reaction as a diagnosis tool for detecting trypanosomes in naturally infected cattle in Burkina Faso. *Vet. Parasitol.*, **86**: 95-103.
34. SUMBA A.L., MIHOK S., OYIEKE F.A., 1998. Mechanical transmission of *Trypanosoma evansi* and *T. congolense* by *Stomoxys niger* and *S. taeniatus* in a laboratory mouse model. *Med. vet. Entomol.*, **12**: 417-422.
35. TAVERNE J., 1999. Unheard-of numbers and invitations on the web. Program Against African Trypanosomiasis (PAAT). *Parasitol. Today*, **15**: 313-314.
36. VREYSEN M.J.B., SALEH K.M., ALI M.Y., ABDULLA A.M., ZHU Z.-R., JUMA K.G., DYCK V.A., MSANGI A.R., MKONYI P.A., FELDMANN H.U., 2000. *Glossina austeni* (Diptera: Glossinidae) eradicated on the island of Unguja, Zanzibar, using the sterile insect technique. *J. Econ. Entomol.*, **93**: 123-135.
37. VREYSEN M.J.B., ZHU Z.-R., SALEH K.M., ALI M.Y., SHAMBWANA I.A., 1999. Eradication of *Glossina austeni* Newstead on Unguja Island (Zanzibar) by the sterile insect technique. 3. Releasing gamma sterilized flies from light aircraft. In: Proc. 2nd FAO/IAEA seminar for Africa, Animal trypanosomosis: vector and disease control using nuclear techniques, Zanzibar, Tanzania, 27 November-1 December 1995. Leiden, The Netherlands, Backhuys, p. 231-248.
38. WELLS E.A., 1972. The importance of mechanical transmission in the epidemiology of nagana: a review. *Trop. Anim. Health Prod.*, **4**: 74-88.
39. WOO P.T.K., 1969. The hematocrit centrifuge for the detection of trypanosomes in blood. *Can. J. Zool.*, **47**: 921-923.

Reçu le 26.07.1999, accepté le 17.04.2001

Résumé

Dyck V.A., Pan H., Kassim S.S., Suleiman F.W., Mussa W.A., Saleh K.M., Juma K.G., Mkonyi P.A., Holland W.G., van der Eerden B.J.M., Dwinger R.H. Surveillance de l'incidence de la trypanosomose chez les bovins pendant les lâchers de mouches tsé-tsé stérilisées sur l'île d'Unguja, à Zanzibar

L'incidence de la trypanosomose chez des bovins sentinelles sur l'île d'Unguja à Zanzibar a été contrôlée tous les deux à cinq mois entre 1994 et 1997 afin d'observer les changements dans la transmission de la maladie, logiquement attribuables à l'application d'insecticides, aux lâchers de mouches tsé-tsé stérilisées (*Glossina austeni* Newstead) et à la diminution consécutive, jusqu'à l'éradication, de la population naturelle de glossines. Deux techniques parasitologiques (centrifugation microhématocrite et examen du *buffy coat*) ont été utilisées pour surveiller l'incidence de la maladie due à *Trypanosoma congolense* Broden et à *T. vivax* Ziemann. *T. congolense* et *T. vivax* ont été détectés en 1994 et en 1995 mais, par la suite, seul *T. vivax* a été observé. En 1997, l'incidence de la trypanosomose bovine n'était plus que de 0,1 p. 100. Elle n'a manifestement pas augmenté après les lâchers de mouches tsé-tsé mâles stérilisées et traitées au chlorure d'isométymidium.

Mots-clés : *Trypanosoma congolense* - *Trypanosoma vivax* - Trypanosomose - *Glossina austeni* - Morbidité - Zanzibar.

Resumen

Dyck V.A., Pan H., Kassim S.S., Suleiman F.W., Mussa W.A., Saleh K.M., Juma K.G., Mkonyi P.A., Holland W.G., van der Eerden B.J.M., Dwinger R.H. Seguimiento de la incidencia de tripanosomosis en el ganado, durante la liberación de moscas tsé-tsé esterilizadas en la Isla de Unguja, Zanzibar

La incidencia de la tripanosomosis en ganado centinela en la Isla de Unguja, Zanzibar, fue seguida cada dos a cinco meses, entre 1994-97 y esto con el fin de observar los cambios en la transmisión de la enfermedad, atribuibles de manera lógica a la aplicación de insecticidas, a la liberación de moscas tsé-tsé (*Glossina austeni* Newstead) esterilizadas y las consecuentes disminución y erradicación de la población de tsé-tsé silvestres. Se utilizaron dos técnicas parasitológicas distintas (la centrifugación por microhematocrito y la técnica de *Buffy coat*), con el fin de seguir la incidencia de la enfermedad causada por *Trypanosoma congolense* Broden y *T. vivax* Ziemann. *T. congolense* y *T. vivax* fueron detectados en 1994 y 1995, pero únicamente *T. vivax* fue detectado posteriormente. Hacia 1997, la incidencia de la tripanosomosis bovina fue de solo 0,1 %. No hubo un aumento evidente en la incidencia de la enfermedad debido a la liberación de moscas tsé-tsé macho esterilizadas mediante un tratamiento de clorídeo de isometamidio.

Palabras clave: *Trypanosoma congolense* - *Trypanosoma vivax* - Tripanosomosis - *Glossina austeni* - Morbosidad - Zanzibar.

Variations intraspécifiques de la taille des ailes et du thorax chez *Glossina palpalis palpalis* (Robineau-Desvoidy, 1830) en zone forestière de Côte d'Ivoire

B. Sané¹ P. Solano¹ A. Garcia²
F. Fournet³ C. Laveissière⁴

Mots-clés

Glossina palpalis palpalis - Aile - Thorax - Mesure - Facteur climatique - Côte d'Ivoire.

Résumé

La morphométrie du thorax et des ailes a été étudiée sur 497 individus de *Glossina palpalis palpalis* capturés en lisière d'un village du centre-ouest de la Côte d'Ivoire. Des différences significatives de taille ont été mises en évidence selon le sexe et la saison de capture. Les glossines en fin de saison des pluies avaient une taille plus grande que celles capturées pendant la saison sèche. La relation entre la taille des individus qui composent une population de glossines et les conditions climatiques pourrait avoir des conséquences sur la capacité vectorielle. De récents développements dans les méthodologies d'analyse permettront d'affiner ces études.

■ INTRODUCTION

Glossina palpalis palpalis, vecteur majeur des trypanosomoses en zone forestière de Côte d'Ivoire, se rencontre aussi bien dans les zones de plantations que dans les lisières de village (15). Les études réalisées sur la morphométrie des glossines ont montré qu'il était possible de distinguer des communautés de glossines qui colonisent différents biotopes (8, 11, 12, 13, 17).

Dans cette étude, la surface moyenne du thorax et la longueur des ailes de *G. p. palpalis* capturée en lisière de village ont été mesurées, avec pour objectif de tenter de distinguer au cours du temps différentes populations de cette sous-espèce de glossine dans ce biotope. De telles études pourraient en effet permettre d'établir une relation entre la taille des glossines et les conditions du milieu où elles vivent (4, 10, 21). Cette relation pourrait avoir des conséquences sur la capacité des glossines à transmettre la maladie puisque la taille des individus émergents est corrélée à leurs réserves énergétiques (lipidiques) et au taux de mortalité (6, 21).

■ MATERIEL ET METHODES

Les études ont été menées en lisière du village de Krikoria. Ce village est situé au centre-ouest de la Côte d'Ivoire en zone forestière, dans le foyer de trypanosomose humaine (ou maladie du sommeil) de Zoukougbeu. Il est éloigné des plantations et des îlots forestiers et une jachère l'entoure.

Le piège biconique (7) a été utilisé en capture continue (pendant quatre jours) pour la collecte des glossines présentes en lisière du village. Les captures des glossines ont été réalisées à différentes périodes de l'année : en saison sèche froide (janvier), en saison chaude (juillet) et en saison humide (septembre, octobre). Les sites de captures de la lisière du village ont été les mêmes durant toute l'expérimentation.

La taille des ailes et celle du thorax des deux sexes de *G. p. palpalis* ont été établies selon la technique de Pollock et coll. (20) (figure 1) en mesurant :

- le tranchant (x) de la cellule en hache (ou cellule discale) de chacune des deux ailes ;

- la distance entre les points d'insertion des plus grandes soies humérales situées de chaque côté du thorax (y) et entre la base des soies scutellaires médianes et la suture transverse antérieure més-notale (y). La surface du thorax de la glossine a été obtenue par multiplication de ces deux distances.

1. Institut Pierre Richet, Organisation de coordination et de coopération pour la lutte contre les grandes endémies (Occge), BP 1500 Bouaké, Côte d'Ivoire

2. Institut de recherche pour le développement (Ird, ex-Orstom), BP 1386, Dakar, Sénégal

3. Laboratoire Espace, santé et territoire/Isd, 75006 Paris, France

4. Organisation de coordination pour la lutte contre les endémies en Afrique centrale (Oceac), BP 288, Yaoundé, Cameroun

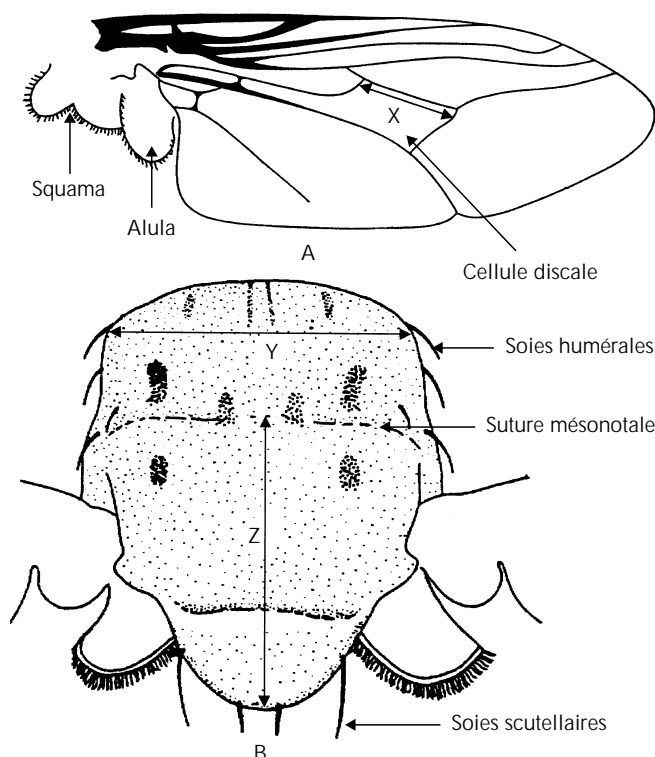


Figure 1 : mensuration de l'aile (A) et du thorax (B) des glossines ; x, y, z sont les longueurs mesurées. Source : J.N. Pollock, 1980, Fao.

Les mesures ont été faites sous une loupe binoculaire possédant un micromètre oculaire étalonné au préalable avec une lame graduée en millimètres. Après vérification de la normalité des données, des tests de comparaison de moyennes ont été effectués (probabilité P associée au test T de Student).

■ RESULTATS

Au cours des quatre sessions de piégeage, le thorax et les ailes de 497 (250 femelles et 247 mâles) *G. p. palpalis*, capturées en lisière de village, ont été mesurés.

Surface du thorax

Les surfaces moyennes des thorax de *G. p. palpalis* mâle et femelle capturées en lisière de village sont présentées à la figure 2. Les valeurs des surfaces moyennes des thorax des femelles ont été significativement supérieures (de 21 p. 100 en moyenne) à celles des mâles quel que soit le mois considéré ($p < 10^{-4}$). Elles ont été maximales en octobre, fin de la saison des pluies, et minimales en juillet, saison chaude qui suit la première saison des pluies, pour les deux sexes.

Chez les mâles comme chez les femelles, au cours des saisons, seule la valeur obtenue en octobre a été significativement supérieure à toutes les autres valeurs (tableau I). Les autres variations intersaisonniers n'ont pas été significatives.

Taille de la cellule en hache

Les longueurs moyennes des cellules en hache des glossines mâles et femelles capturées en lisière du village de Krikoria sont illustrées à la figure 3. Les femelles avaient une cellule discale significativement plus grande (de 15 p. 100 en moyenne) que les mâles quelle que fût la saison ($p < 10^{-4}$).

Les valeurs maximales des mesures ont été atteintes au mois d'octobre chez les deux sexes. Elles ont été minimales en juillet pour les mâles et en janvier pour les femelles.

Au niveau des variations intersaisonniers, les mesures ont varié significativement chez les mâles entre le mois de juillet, où la valeur a été minimale, et toutes les autres périodes de capture. Ces variations ont été moins marquées chez les femelles ; seules les valeurs extrêmes ont été significativement différentes (entre les mois de janvier et d'octobre) (tableau II).

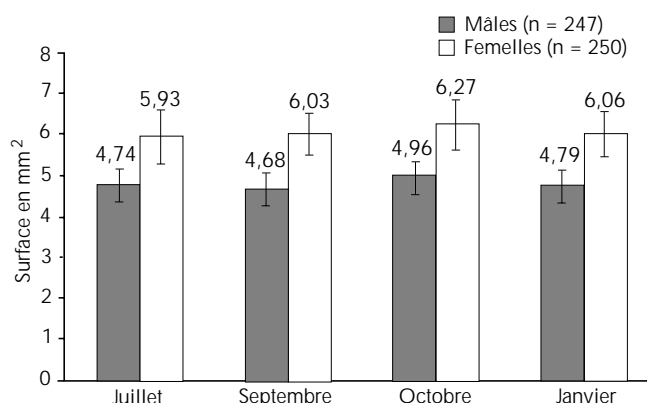


Figure 2 : évolution saisonnière de la surface du thorax chez *Glossina palpalis palpalis* à Zoukougbeu.

Tableau I

Probabilité associée au test de Student sur la comparaison des mesures des surfaces du thorax de *Glossina palpalis palpalis* à Krikoria (Côte d'Ivoire)

Comparaison entre mois	Mâles	Femelles
Juillet/septembre	P = 0,16 ns*	P = 0,17 ns
Juillet/octobre	P < 10-3	P < 0,01
Juillet/janvier	P = 0,27 ns	P = 0,15 ns
Septembre/octobre	P < 10-3	P < 0,05
Septembre/janvier	P = 0,07 ns	P = 0,37 ns
Octobre/janvier	P < 0,05	P < 0,05

* Non significatif

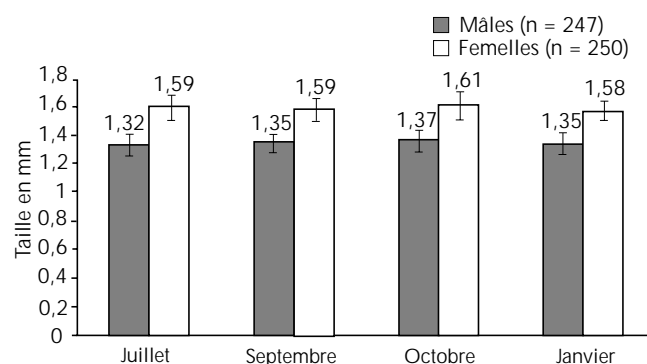


Figure 3 : variations saisonnières de la taille de la cellule en hache chez *Glossina palpalis palpalis* à Zoukougbeu.

Tableau II

Probabilité associée au test de Student sur la comparaison des mesures de la cellule en hache des ailes de *Glossina palpalis palpalis* à Krikoria (Côte d'Ivoire)

Comparaison entre mois	Mâles	Femelles
Juillet/septembre	P < 0,05	P = 0,44 ns*
Juillet/octobre	P < 10-3	P = 0,07 ns
Juillet/janvier	P < 0,05	P = 0,28 ns
Septembre/octobre	P = 0,06 ns	P = 0,08 ns
Septembre/janvier	P = 0,41 ns	P = 0,22 ns
Octobre/janvier	P = 0,13 ns	P < 0,05

* Non significatif

■ DISCUSSION ET CONCLUSION

Les mesures effectuées dans cette étude ont porté sur la taille de la cellule en hache de l'aile et la surface du thorax. Ces paramètres sont proportionnels à la taille de l'insecte (2). La taille des glossines est en relation étroite avec l'humidité observée deux mois auparavant, c'est-à-dire avec la période du dépôt de la larve (8). D'autres facteurs abiotiques, comme la température, ont un impact important sur la durée de la pupaison des glossines et la taille de l'individu émergent (4, 5, 16, 18). En effet, les températures élevées (ou très basses) provoquent une forte déshydratation de la nymphe qui épuise ses réserves lipidiques pour se maintenir en vie et parvient au stade imaginal amoindri physiologiquement et physiquement (3, 8, 12). Ces variations de taille sont toutefois beaucoup plus limitées que chez d'autres groupes, cet insecte pupipare offrant des conditions de nutrition favorables à sa larve (12).

La taille d'un individu, lors de sa capture, est ainsi directement liée aux conditions écologiques dans lesquelles sa « mère » a vécu (2). Ce paramètre devient ainsi un indicateur de l'état physiologique de la population qui existait environ deux mois auparavant (20).

Des variations de taille ont été mises en évidence dans cette étude, tout d'abord entre les mâles et les femelles. Les valeurs obtenues chez les femelles ont toujours été significativement plus grandes que chez les mâles.

La grande taille de *G. p. palpalis* observée en saison humide (octobre), également remarquée par Dejardin et Maillot (8) sur *Glossina fuscipes quanzensis*, pouvait donc être due aux conditions climatiques qui, deux mois auparavant, avaient favorisé un développement optimal des pupes et des populations imaginaires. En saison humide, qui commence en août, les conditions climatiques sont homogènes entre les différents biotopes (entre 25 et 27 °C de température et 70 p. 100 d'humidité) et favorisent la longévité des glossines (14). De la même manière, les tailles minimales observées en saison sèche et en saison chaude (janvier et juillet) traduisent les conditions défavorables que subissent les populations mères. En d'autres termes, les individus plus grands de la saison humide pouvaient refléter une population en meilleur état physiologique que celle vivant en saison sèche (20). La détermination précise de l'âge des glossines étudiées pourrait affiner la connaissance de la période de larviposition des glossines mères. Il n'est en effet pas impossible que dans les populations étudiées aient figuré des glossines d'âges différents, des pupes ayant ainsi été déposées dans le sol à des époques distinctes. Il est intéressant de constater que les mesures de l'aile ou du thorax permettent de différencier des populations au cours du temps, au sein

d'une même espèce, voire d'une même sous-espèce, de glossine. La méthodologie utilisée dans ce travail pourrait être améliorée, car des méthodes récentes d'analyse morphométrique, utilisant des logiciels semi-automatisés, ont été mises au point (1, 9). Les premiers résultats, prometteurs, laissent également penser qu'il est possible de différencier des populations ayant connu des conditions écologiques distinctes, au sein d'une même espèce, avec des conséquences possibles sur la capacité des glossines à transmettre les trypanosomoses (de la Rocque et coll., résultats non publiés). Avec l'apport récent d'outils moléculaires permettant des études de génétique des populations au niveau intraspécifique (22), la combinaison des informations génétiques et morphométriques permettra l'acquisition d'informations innovantes sur les populations naturelles de glossines, afin de mieux déterminer le risque de transmission des trypanosomoses africaines.

Remerciements

Ce travail a bénéficié du soutien moral et matériel du Pr Dagnogo Mamadou à l'université de Bouaké (Côte d'Ivoire) que nous remercions vivement.

BIBLIOGRAPHIE

- BORNE F., PETITEAU L., GEOFFROY B., DE LA ROCQUE S., CUISANCE D., 1999. Fly Picture Measurement, un nouvel outil informatique pour l'étude des glossines. *Revue Elev. Méd. vét Pays trop.*, **52** : 19-21.
- BURSELL E., 1960. The measurement of size in tsetse flies. *Bull. Ent. Res.*, **51**: 33-37.
- BURSELL E., 1960. The effect of temperature on the consumption of fat during pupal development in *Glossina*. *Bull. Ent. Res.*, **51**: 583-598.
- BUXTON P.A., 1955. The natural history of tsetse flies. London, UK, London School of Hygiene and Tropical Medicine, 816 p. (Mémoire No. 10)
- CHALLIER A., 1973. Ecologie de *Glossina palpalis gambiensis* Vanderplank, 1949 (Diptera Muscidae) en savane d'Afrique occidentale. Paris, France, Orstom, 290 p. (coll. Mémoires Orstom n° 64)
- CHALLIER A., 1973. La capacité vectorielle des glossines. Bobo-Dioulasso, Haute Volta, Centre Muraz, Occge, 22 p. (n° 24/ENT/73)
- CHALLIER C., EYAUD M., LAFAYE A., LAVEISSIERE C., 1977. Amélioration du rendement du piège biconique pour glossines (Diptera, Glossinidae) par emploi d'un cône inférieur bleu. *Cah. Orstom, Sér. Ent. méd. Parasitol.*, **15** : 283-286.
- DEJARDIN J., MAILLOT L., 1964. Biométrie de la glossine. Etude statistique des mensurations de l'aile dans diverses communautés (*Glossina fuscipes quanzensis*, Pires). *Revue Elev. Méd. vét Pays trop.*, **17** : 97-102.
- DE LA ROCQUE S., GEOFFROY B., CUISANCE D., 1996. Nouvelle approche pour l'estimation de l'âge des glossines par analyse d'image de l'aile. *Revue Elev. Méd. vét Pays trop.*, **49** : 46-48.
- DRANSFIELD R.D., BRIGHTWELL R., 1989. Problems of field testing theoretical models: a case study. *Ann. Soc. belge Méd. trop.*, **69**: 147-154.
- GLASGOW J.P., 1961. Seasonal variations in size and colour and daily changes in the distribution of *Glossina pallidipes* Austen in the South Busoga forest Uganda. *Bull. ent. Res.*, **52**: 647-666.
- GLASGOW J.P., 1961. Selection for size in tsetse flies. *J. Anim. Ecol.*, **30**: 87-94.
- GLASGOW J.P., BURSELL E., 1961. Seasonal variations in the fat content and size of *Glossina swynnertoni* Austen. *Bull. ent. Res.*, **51**: 705-713.
- GOUTEUX J.P., LAVEISSIERE C., 1982. Ecologie des glossines en secteur préforestier de Côte d'Ivoire. 4. Dynamique de l'écodistribution en terroir villageois. *Cah. Orstom, Sér. Ent. méd. Parasitol.*, **20** : 199-229.
- GOUTEUX J.P., LAVEISSIERE C., BOREHAM P.F.L., 1982. Ecologie des glossines en secteur pré-forestier de Côte d'Ivoire. 2. Les préférences trophiques de *Glossina pallicerca* et *G. nigrofusca*. Comparaison avec *G. palpalis* et implications épidémiologiques. *Cah. Orstom, Sér. Ent. méd. Parasitol.*, **20** : 109-124.

Wing and thorax size of *G. palpalis palpalis*

16. GRUVEL J., 1974. Contribution à l'étude écologique de *Glossina tachinoides* Westwood, 1850 (Diptera, Muscidae) dans la réserve de Kalamaloué, vallée du Bas-Chari. Thèse Doct. ès-Sciences naturelles, Université Paris VI, Paris, France, 302 p.
17. JACKSON C.H.N., 1953. Seasonal variations in the mean size of tsetse flies. *Bull. ent. Res.*, **43**: 703-706.
18. LAVEISSIERE C., KIENOU J.P., TRAORE T., 1984. Ecologie de *Glossina tachinoides* Westwood, 1850, en savane humide d'Afrique de l'Ouest. X. Durée du stade pupal. Importance de ce paramètre dans la dynamique des populations. *Cah. Orstom, Sér. Ent. méd. Parasitol.*, **22**: 219-230.
19. MULLIGAN H.W., 1970. Allen, Undwin Eds., The African trypanosomiasis. London, UK, Mulligan, 950 p.
20. POLLOCK J.N., 1980. Manuel de lutte contre les tsé-tsé. Rome, Italie, Fao, 259 p.
21. ROGERS D.J., RANDOLPH S.E., 1991. Mortality rates and population density of tsetse flies correlated with satellite imagery. *Nature*, **351**: 739-741.
22. SOLANO P., DE LA ROCQUE S., CUISANCE D., GEOFFROY B., DE MEEUS T., CUNY G., DUVALLET G., 1999. Intraspecific variability in natural populations of *Glossina palpalis gambiense* from West Africa revealed by genetic and morphometric analyses. *Med. vet. Entomol.*, **13**: 401-407.

Reçu le 07.03.2000, accepté le 02.02.2001

Summary

Sané B., Solano P., Garcia A., Fournet F., Laveissière C. Intraspecific variations of wing and thorax size of *Glossina palpalis palpalis* (Robineau-Desvoidy, 1830) in the forest region of Côte d'Ivoire

Thorax and wing morphometry was studied in 497 *Glossina palpalis palpalis* caught on the outskirts of a village in the center-west of Côte d'Ivoire. Significant size differences were observed depending on the sex and season of catching. Tsetse flies caught at the end of the rainy season were bigger than those caught during the dry season. Within a *G. p. palpalis* population, the relation between climatic conditions and a fly might affect the latter's vectorial capacity. New analytical methods in size measurement will help further specify these results.

Key words: *Glossina palpalis palpalis* - Wing - Thorax - Measurement - Climatic factor - Côte d'Ivoire.

Resumen

Sané B., Solano P., Garcia A., Fournet F., Laveissière C. Variaciones intra específicas del tamaño de las alas y del tórax en *Glossina palpalis palpalis* (Robineau-Desvoidy, 1830) en la zona forestal de Costa de Marfil

Se estudiaron la morfometría del tórax y de las alas en 497 individuos de *Glossina palpalis palpalis*, capturados al borde de un pueblo en el centro-oeste de la Costa de Marfil. Se encontraron diferencias significativas en el tamaño, según el sexo y la época de captura. Al final de la estación de las lluvias las glosinas presentaron un tamaño mayor que aquellas capturadas durante la estación seca. La relación entre el tamaño de los individuos que componen una población de glosinas y las condiciones climáticas podría tener consecuencias sobre la capacidad vectorial. Descubrimientos recientes en los métodos de análisis permitirán la mejor definición de estos estudios.

Palabras clave: *Glossina palpalis palpalis* - Ala - Torax - Medición - Factor climático - Côte d'Ivoire.

Comparaison de trois tests sérologiques pour le diagnostic de terrain du surra (trypanosomose à *Trypanosoma evansi*) chez le dromadaire au Tchad

A. Delafosse ^{1*} A.A. Doutoum ¹

Mots-clés

Camelus dromedarius - *Trypanosoma evansi* - Immunodiagnostic - Réaction d'agglutination - Chlorure mercurique - Tchad.

Résumé

La trypanosomose à *Trypanosoma evansi* est, dans de nombreux pays, une dominante pathologique des dromadaires, responsable de pertes économiques importantes. L'utilisation rationnelle des trypanocides est conditionnée par la réalisation des diagnostics sur le terrain. Trois techniques de diagnostic sérologique pouvant être utilisées sur le terrain ont été testées à partir de sérums positifs et négatifs (examen parasitologique) provenant du Tchad oriental : le Catt, le test au chlorure de mercure et le Suratex[®]. Quoique multifactoriel, l'effondrement de la valeur de l'hématocrite a été mesuré et utilisé comme indicateur pour améliorer la sensibilité des tests. En ce qui concerne le Catt, la meilleure sensibilité, 0,88, a été obtenue à l'aide de sérums non dilués en considérant les réactions douteuses comme positives ; toutefois, dans ce cas, la spécificité n'a plus été que de 55 p. 100. La meilleure spécificité, 0,93, a été mesurée, avec des sérums purs ou dilués, en retenant un résultat positif associé à un hématocrite inférieur ou égal à 25. Le meilleur couple sensibilité/spécificité (0,85/0,93) et les meilleures valeurs prédictives ont été obtenus avec des sérums non dilués en prenant comme critère de positivité un test positif associé à un hématocrite inférieur ou égal à 25. Avec le test au chlorure de mercure, la meilleure sensibilité, 0,94, a été obtenue en interprétant toute réaction de floculation, même très légère (douteuse), comme positive. La meilleure spécificité, 0,99, a été mesurée en ne retenant que les réactions franchement positives associées à un hématocrite inférieur ou égal à 25 ; toutefois, dans ce cas, la sensibilité n'a été que de 78 p. 100. Le meilleur couple sensibilité/spécificité (0,90/0,95) et les meilleures valeurs prédictives ont été obtenus en prenant comme critère de positivité un test positif ou douteux associé à un hématocrite inférieur ou égal à 25. Les améliorations apportées par l'interprétation simultanée des tests sérologiques et de la valeur de l'hématocrite sont restées conditionnées par l'absence ou la faible prévalence d'autres facteurs anémiant majeurs dans la population étudiée. Les valeurs des sensibilités et des spécificités obtenues avec le Suratex[®] dans les deux hypothèses testées (réactions douteuses interprétées comme positives ou comme négatives) ont été faibles ; elles ne permettent pas de recommander son utilisation. Dans le contexte épidémiologique étudié, le test au chlorure de mercure associé à la valeur de l'hématocrite a donné les meilleurs rapports sensibilité/spécificité et valeurs prédictives pour le coût le plus faible ; il est donc suggéré que l'utilisation de cette technique soit mise à profit sur le terrain. On notera cependant que la toxicité du réactif rend dangereuse son utilisation pour le diagnostic courant.

■ INTRODUCTION

La trypanosomose à *Trypanosoma evansi* ou surra est considérée comme l'une des principales maladies du dromadaire du fait de son impact sur la productivité des cheptels (6). En effet, elle entraîne aussi bien des pertes directes (mortalités, avortements) que des pertes indirectes (stérilité, agalaxie, incapacité au travail, perte de la valeur économique par amaigrissement) (6).

1. Laboratoire de Farcha, BP 433, N'djaména, Tchad

* Auteur pour la correspondance

Tél. : +235 52 76 52 ; fax : +235 52 76 52 ; e-mail : delaf@intnet.td

Le surra se traduit, le plus souvent, par une maladie chronique difficile à diagnostiquer par un simple examen clinique (5, 12). Par ailleurs, le diagnostic différentiel avec les autres pathologies provoquant des cachexies (l'hémochose en particulier) est souvent délicat (12). Dès lors, diverses techniques sérologiques visant à mettre en évidence des anticorps ou des antigènes circulants ont été développées. Certaines de ces techniques peuvent être mises en œuvre sur le terrain et se révèlent donc particulièrement adaptées à la nature généralement extensive et nomade de l'élevage du dromadaire.

■ MATERIEL ET METHODES

Origine des échantillons

Des échantillons ont été collectés dans le cadre d'une étude épidémiologique réalisée au Tchad oriental et portant sur 2 892 dromadaires répartis dans 138 cheptels. Les élevages étudiés ont été grossièrement regroupés en trois catégories en fonction des pratiques de déplacement des éleveurs : grands transhumants se rendant, en saison sèche, au sud du 13^e parallèle ; moyens et petits transhumants, restant au nord du 13^e parallèle en saison sèche ; sédentaires et semi-sédentaires (déplacements de faibles amplitudes autour du village) installés au nord du 14^e parallèle.

Chaque animal a fait l'objet d'un prélèvement de sang sur tube sec et sur tube avec anticoagulant (Edta). Un diagnostic parasitologique a été effectué en adaptant la méthode développée par Murray et coll. (8) aux difficultés rencontrées sur le terrain (impossibilité de réaliser un examen à l'état frais). Des frottis du *buffy coat* (interface plasma-globules rouges obtenu après centrifugation à 20 000 tours par minute pendant 4 min) ont été réalisés puis colorés au May Grunwald Giemsa (kit de coloration rapide RAL 555). Chaque prélèvement a fait l'objet d'une double lecture au microscope (objectif 100 à immersion). L'hématocrite a été mesuré et les sérums ont été collectés à l'aide de pipettes stériles après rétraction du caillot.

Le lot positif a été constitué de 140 sérums provenant d'animaux positifs à l'examen parasitologique. Les formes observées ont été compatibles avec l'espèce *Trypanosoma evansi*. Quarante sérums ont fait l'objet d'un diagnostic par Pcr avec les amorces spécifiques de *T. brucei*, *T. evansi* (en cas de positivité avec *T. brucei*), *T. simiae* et *T. vivax*. La présence de *T. evansi* a ainsi pu être confirmée dans 28 échantillons, les autres espèces n'ayant pas été identifiées.

Le lot négatif a été constitué de 98 sérums provenant de quatre cheptels sédentaires installés dans une zone circonscrite située au nord du 14^e parallèle. Le nombre de dromadaires testés dans chaque cheptel a été supérieur à 20 et tous les animaux ont été négatifs à l'examen parasitologique.

Techniques sérologiques testées

Test d'agglutination rapide sur carte (Catt : card agglutination test for trypanosomosis)

L'antigène a été obtenu à partir d'un clone (VAT RoTat 1/2) dérivant d'une souche de *Trypanosoma evansi* isolée d'un buffle en 1982 en Indonésie (1). Ce test a cherché à mettre en évidence des anticorps (Ig M) dans le sérum ou le plasma des animaux infectés.

Les sérums ont été testés purs et à la dilution 1/4 (protocole recommandé par le fabricant). Une fois mélangés au réactif, ils ont été

agités pendant 5 min à l'aide d'un appareil rotatif du type ITMAS B2 fonctionnant à la vitesse de 60 rotations par minute. L'interprétation a été réalisée par une seule personne par comparaison avec des témoins positif et négatif et à l'aide d'une grille standardisée, fournie par le fabricant, différenciant les résultats très positifs, positifs, douteux et négatifs. Ce test a été disponible sous forme de prêt-à-monter mis au point par l'Université libre de Bruxelles et l'Institut de médecine tropicale d'Anvers. Les réactifs ont été conservés au froid entre +2 et +8 °C.

Test au chlorure de mercure

Selon la méthode de Bennett (2), il s'agit d'une réaction de floculation en tube utilisant une solution de chlorure de mercure 0,18 mM. C'est une méthode non spécifique qui vise à mettre en évidence une précipitation d'immunoglobulines (Ig M, principalement) dans le sérum ou le plasma des animaux infectés.

Une goutte de sérum (50 µl) a été déposée dans un millilitre de solution. Le mélange a été agité manuellement et la lecture a été faite après 15 min. L'interprétation a été réalisée par une seule personne en évaluant qualitativement l'intensité de la réaction de floculation, laquelle s'est traduite par l'apparition d'une couleur blanchâtre troublant la solution. Une réaction forte a été considérée comme très positive, une réaction moyenne comme positive, une réaction faible comme douteuse et une absence de réaction comme négative. La solution au chlorure de mercure a été stockée à température ambiante à l'abri de la lumière.

Suratex[®]

Dans ce test d'agglutination sur plaque, le réactif est constitué d'une suspension de billes de latex sensibilisées par un anticorps spécifique dirigé contre une protéine interne de *T. evansi* (9). Ce test vise donc à mettre en évidence des antigènes circulants dans le sérum ou le plasma des animaux infectés.

L'interprétation a été réalisée par une seule personne par comparaison avec des témoins positif et négatif fournis par le fabricant. Le test a été obtenu auprès du laboratoire Accupharma (New York, USA) sous forme de prêt-à-monter mis au point par Brentec Diagnostics (Nairobi, Kenya). Les réactifs ont été conservés au froid entre +4 et +8 °C.

Valeurs intrinsèques des tests : sensibilité et spécificité

La sensibilité (Se) mesure l'aptitude d'un test à fournir une réponse positive chez un animal infecté. Elle correspond à la proportion des vrais positifs (VP) sur l'ensemble des infectés, soit les vrais positifs et les faux négatifs (FN). La spécificité (Sp) mesure l'aptitude d'un test à fournir une réponse négative chez un animal indemne. Elle correspond à la proportion des vrais négatifs (VN) sur l'ensemble des indemnes, soit les vrais négatifs et les faux positifs (FP).

Pour le Catt et le test au chlorure de mercure, les sensibilités et les spécificités ont été évaluées, d'une part, avec les résultats des tests uniquement et, d'autre part, en association avec l'hématocrite. Pour celui-ci, la valeur seuil retenue, 25 p. 100, correspondait au minimum physiologiquement accepté chez le dromadaire (5).

Valeurs prédictives

La valeur prédictive d'un résultat positif (VPP) peut se définir comme la proportion des vrais positifs parmi l'ensemble des réponses positives fournies par un test de dépistage. Elle correspond à la proportion des vrais positifs sur l'ensemble des vrais et

des faux positifs. Elle varie avec les valeurs intrinsèques des tests et les prévalences des maladies recherchées. La VPP peut être calculée par la formule suivante :

$$VPP = Se \times Pr \text{ Prévalence (Pr)} / (Se \times Pr + (1 - Sp)(1 - Pr))$$

La valeur prédictive d'un résultat négatif (VPN) peut se définir comme la proportion des vrais négatifs parmi l'ensemble des réponses négatives fournies par un test de dépistage. Elle correspond à la proportion des vrais négatifs sur l'ensemble des vrais et des faux négatifs. Comme la VPP, elle varie avec les valeurs intrinsèques des tests et les prévalences des maladies recherchées. La VPN peut être calculée par la formule suivante :

$$VPN = Sp(1 - Pr) / Sp(1 - Pr) + (1 - Se)Pr$$

■ RESULTATS

Catt avec sérums non dilués

La sensibilité du Catt mesurée ici a été de 0,87 (122/140) lorsque les réactions douteuses ont été considérées comme négatives et de 0,88 (123/140) lorsqu'elles ont été considérées comme positives (tableau I). La spécificité du Catt mesurée ici a été de 0,81 (79/98) lorsque les réactions douteuses ont été considérées comme négatives et de 0,55 (54/98) lorsqu'elles ont été considérées comme positives (tableau I).

Lorsque, comme critère de positivité, a été retenu un Catt positif associé à un hémocrite inférieur ou égal à 25, la sensibilité et la spécificité ont été respectivement de 0,85 (119/140) et 0,93 (91/98) (tableau II). Lorsque, comme critère de positivité, a été retenu un Catt positif ou douteux associé à un hémocrite inférieur ou égal à 25, la sensibilité et la spécificité ont été respectivement de 0,86 (120/140) et 0,76 (74/98) (tableau II).

Catt avec sérums dilués au quart

La sensibilité du Catt mesurée ici a été de 0,74 (104/140) lorsque les réactions douteuses ont été considérées comme négatives et de 0,83 (116/140) lorsqu'elles ont été considérées comme positives (tableau III). La spécificité du Catt mesurée ici a été de 0,87 (85/98) lorsque les réactions douteuses ont été considérées comme négatives et de 0,78 (76/98) lorsqu'elles ont été considérées comme positives (tableau III).

Lorsque, comme critère de positivité, a été retenu un Catt positif associé à un hémocrite inférieur ou égal à 25, la sensibilité et la spécificité ont respectivement été de 0,72 (101/140) et 0,93 (91/98) (tableau IV). Lorsque, comme critère de positivité, a été retenu un Catt positif ou douteux associé à un hémocrite inférieur ou égal à 25, la sensibilité et la spécificité ont respectivement été de 0,81 (113/140) et 0,90 (88/98) (tableau IV).

Test au chlorure de mercure (ou test de Bennett)

La sensibilité du test au chlorure de mercure a été de 0,79 (111/140) lorsque les réactions douteuses ont été considérées comme négatives et de 0,94 (131/140) lorsqu'elles ont été considérées comme positives (tableau V). La spécificité du test au chlorure de mercure a été de 0,94 (92/98) lorsque les réactions douteuses ont été considérées comme négatives et de 0,85 (83/98) lorsqu'elles ont été considérées comme positives (tableau V).

Lorsque, comme critère de positivité, a été retenu un test au chlorure de mercure positif associé à un hémocrite inférieur ou égal à 25, la sensibilité et la spécificité ont respectivement été de

0,78 (109/140) et 0,99 (97/98) (tableau VI). Lorsque, comme critère de positivité, a été retenu un test au chlorure de mercure positif ou douteux associé à un hémocrite inférieur ou égal à 25, la sensibilité et la spécificité ont respectivement été de 0,90 (126/140) et 0,95 (93/98) (tableau VI).

Tableau I

Distribution d'échantillons provenant d'animaux infectés et présumés indemnes selon le résultat du Catt (sérums non dilués)

Résultat	Echantillons provenant d'animaux infectés (n = 140)	Echantillons provenant d'animaux supposés indemnes (n = 98)
Très positif	109	9
Positif	13	10
Douteux	1	25
Négatif	17	54

Tableau II

Distribution d'échantillons provenant d'animaux infectés et présumés indemnes en fonction des critères de positivité « Catt positif et hémocrite inférieur ou égal à 25 » et « Catt positif ou douteux et hémocrite inférieur ou égal à 25 »

		Echantillons provenant d'animaux infectés (n = 140)	Echantillons provenant d'animaux supposés indemnes (n = 98)
Catt positif et hémocrite ≤ 25	Oui	119	7
	Non	21	91
Catt positif ou douteux et hémocrite ≤ 25	Oui	120	24
	Non	20	74

Tableau III

Distribution d'échantillons provenant d'animaux infectés et présumés indemnes selon le résultat du Catt (sérums dilués au quart)

Résultat	Echantillons provenant d'animaux infectés (n = 140)	Echantillons provenant d'animaux supposés indemnes (n = 98)
Très positif	59	6
Positif	45	7
Douteux	12	9
Négatif	24	76

Tableau IV

Distribution d'échantillons provenant d'animaux infectés et présumés indemnes en fonction des critères de positivité « Catt positif et hémocrite inférieur ou égal à 25 » et « Catt positif ou douteux et hémocrite inférieur ou égal à 25 »

		Echantillons provenant d'animaux infectés (n = 140)	Echantillons provenant d'animaux supposés indemnes (n = 98)
Catt positif et hémocrite ≤ 25	Oui	101	7
	Non	39	91
Catt positif ou douteux et hémocrite ≤ 25	Oui	113	10
	Non	27	88

Tableau V

Distribution d'échantillons provenant d'animaux infectés et présumés indemnes selon le résultat du test au chlorure de mercure

Résultat	Echantillons provenant d'animaux infectés (n = 140)	Echantillons provenant d'animaux supposés indemnes (n = 98)
Très positif	48	0
Positif	63	6
Douteux	20	9
Négatif	9	83

Tableau VI

Distribution d'échantillons provenant d'animaux infectés et présumés indemnes en fonction des critères de positivité « test au chlorure de mercure positif et hémocrite inférieur ou égal à 25 » et « test au chlorure de mercure positif ou douteux et hémocrite inférieur ou égal à 25 »

		Echantillons provenant d'animaux infectés (n = 140)	Echantillons provenant d'animaux supposés indemnes (n = 98)
Test au chlorure de mercure positif et hémocrite ≤ 25	Oui	109	1
	Non	31	97
Test au chlorure de mercure positif ou douteux et hémocrite ≤ 25	Oui	126	5
	Non	14	93

Suratex®

La sensibilité du Suratex® a été de 0,54 (76/140) lorsque les réactions douteuses ont été considérées comme négatives et de 0,68 (95/140) lorsqu'elles ont été considérées comme positives (tableau VII). La spécificité du Suratex® a été de 0,62 (59/98) lorsque les réactions douteuses ont été considérées comme négatives et de 0,42 (41/98) lorsqu'elles ont été considérées comme positives (tableau VII).

Valeurs prédictives

Les valeurs prédictives n'ont été évaluées que pour le Catt et le test au chlorure de mercure pour quatre hypothèses de prévalences : 0,05, 0,10, 0,15 et 0,20.

Test d'agglutination rapide sur carte

La dilution des sérums au quart a entraîné, globalement, une amélioration des valeurs prédictives positives et une baisse des valeurs prédictives négatives. Toutefois, le meilleur compromis VPP/VPN a été obtenu avec des échantillons non dilués lorsque, comme critère de positivité, a été retenu un Catt positif associé à un hémocrite inférieur ou égal à 25 (tableaux VIII et IX).

Test au chlorure de mercure

Les valeurs prédictives positives les plus élevées ont été mesurées lorsque, comme critère de positivité, a été retenu un test au chlorure de mercure positif associé à un hémocrite inférieur ou égal à 25 (tableau X). Les valeurs prédictives négatives les plus élevées ont été mesurées lorsque, comme critère de positivité, a été uniquement retenu un test au chlorure de mercure positif ou douteux (tableau X).

DISCUSSION

Le lot positif a été constitué de sérums provenant d'animaux dont l'infection a été détectée à l'examen parasitologique après une centrifugation en tube capillaire. La sensibilité de ce test ne permettant de détecter que les animaux à parasitémiés de l'ordre de 1 000 trypanosomes par millilitre (8), l'échantillon n'a pas pu être considéré comme représentatif de tous les animaux malades et particulièrement de ceux à faibles parasitémiés (infections précoces et chroniques). L'espèce de trypanosomes en cause a été déterminée, dans la majorité des cas, après une observation au microscope. Des erreurs de diagnose ont pu intervenir en présence d'espèces de trypanosomes présentant une morphologie proche de celle de *T. evansi* (*T. brucei* en particulier). Une mauvaise conser-

Tableau VII

Distribution d'échantillons provenant d'animaux infectés et présumés indemnes selon le résultat du Suratex®

Résultat	Echantillons provenant d'animaux infectés (n = 140)	Echantillons provenant d'animaux supposés indemnes (n = 98)
Très positif	26	1
Positif	50	37
Douteux	19	18
Négatif	45	41

Tableau VIII

Valeurs prédictives positives (VPP) et négatives (VPN) obtenus avec des échantillons non dilués

Prévalence de la trypanosomose	Critère de positivité retenu							
	Catt positif		Catt positif/douteux		Catt positif Hématocrite ≤ 25		Catt positif/douteux Hématocrite ≤ 25	
	VPP	VPN	VPP	VPN	VPP	VPN	VPP	VPN
0,05	0,18	0,99	0,09	0,99	0,39	0,99	0,12	0,99
0,10	0,33	0,98	0,18	0,98	0,58	0,98	0,22	0,98
0,15	0,43	0,97	0,26	0,96	0,68	0,97	0,31	0,97
0,20	0,52	0,96	0,33	0,95	0,75	0,96	0,39	0,96

Tableau IX

Valeurs prédictives positives (VPP) et négatives (VPN) obtenues avec des échantillons dilués au quart

Prévalence de la trypanosomose	Critère de positivité retenu							
	Catt positif		Catt positif/douteux		Catt positif Hématocrite ≤ 25		Catt positif/douteux Hématocrite ≤ 25	
	VPP	VPN	VPP	VPN	VPP	VPN	VPP	VPN
0,05	0,24	0,98	0,16	0,99	0,35	0,98	0,30	0,99
0,10	0,37	0,97	0,29	0,97	0,53	0,97	0,47	0,98
0,15	0,48	0,95	0,39	0,95	0,64	0,95	0,59	0,96
0,20	0,57	0,93	0,47	0,94	0,72	0,93	0,67	0,95

Tableau X

Valeurs prédictives positives (VPP) et négatives (VPN) en fonction de la prévalence et du type de diagnostic retenu

Prévalence de la trypanosomose	Critère de positivité retenu							
	Benett positif		Benett positif/douteux		Benett positif Hématocrite ≤ 25		Benett positif/douteux Hématocrite ≤ 25	
	VPP	VPN	VPP	VPN	VPP	VPN	VPP	VPN
0,05	0,41	0,99	0,23	1,00	0,80	0,99	0,49	0,99
0,10	0,59	0,98	0,39	0,99	0,90	0,98	0,67	0,99
0,15	0,70	0,96	0,51	0,99	0,93	0,96	0,76	0,98
0,20	0,77	0,95	0,59	0,98	0,95	0,95	0,82	0,97

vation de l'Adn dans le sérum pourrait permettre d'expliquer le cas des 12 échantillons positifs à l'examen parasitologique mais négatifs en Pcr.

Les critères qui ont permis de définir le lot négatif (zone circonscrite, cheptels sédentaires, test parasitologique négatif) ne permettent pas d'exclure totalement l'existence d'animaux infectés, ce qui entraînerait une sous-estimation de la spécificité des techniques utilisées. Le test des échantillons présumés indemnes avec une technique Elisa-indirecte pour les Ig G aurait pu permettre de confirmer le statut des échantillons de référence négatifs.

Le Catt est un test relativement peu coûteux, mais il n'a été disponible lors de l'étude que chez un seul fournisseur, ce qui peut entraîner des difficultés d'approvisionnement. Il est très simple d'emploi, mais il est préférable de disposer, en plus du petit matériel classique (micropipette, tubes pour la dilution des échantillons, porte-tubes, etc.), d'un agitateur électrique dont le fonctionnement sur le terrain peut être difficile. La conservation des réactifs nécessite une chaîne du froid. Les résultats sont facilement interprétables grâce à la mise à disposition par le fournisseur d'une grille de lecture standardisée.

Le test au chlorure de mercure est très peu coûteux. Une très faible quantité du réactif principal est suffisante dans la mesure où celui-ci s'utilise à une forte dilution. Si le chlorure de mercure n'est pas réputé dangereux pour l'environnement, il est cependant très toxique pour l'homme, en particulier par contact avec la peau, et sa manipulation doit être réalisée avec précaution (protection des mains, des yeux et du visage). La préparation de la solution peut être réalisée à l'avance au laboratoire et nécessite une balance de précision et de l'eau distillée. Le test est très simple à réaliser, ne nécessite pas de gros matériel et de chaîne du froid (caractéristique intéressante dans les conditions habituelles de l'élevage du dromadaire). Les résultats sont parfois assez délicats à interpréter pour les réactions faiblement positives. Bien que le chlorure de mercure soit utilisé à une forte dilution, l'élimination de la solution usagée doit permettre d'éviter tout risque de contamination humaine.

Le Suratex[®] est un test coûteux mais simple d'emploi. La conservation des réactifs nécessite de disposer d'un appareillage permettant d'assurer une chaîne du froid. Les résultats sont délicats à interpréter en l'absence de grille standardisée fournie par le fabricant.

La sensibilité du Catt calculée ici (74,5 p. 100) avec des sérums dilués au quart a été légèrement plus faible que celles obtenues par Dia et coll. sur 26 sérums provenant de dromadaires positifs à l'examen parasitologique (21 positifs au Catt, soit 81,0 p. 100) (4) et par Luckins et coll. sur 222 sérums de buffles infectés (173 positifs, soit 78,0 p. 100) (7). Elle a cependant été plus élevée que celle obtenue par Pathak et coll. à partir des sérums dilués au 1/8 de 108 dromadaires infectés, 78 échantillons (72,0 p. 100) ayant été trouvés positifs avec le Catt (10).

La spécificité du Catt mesurée ici avec des sérums dilués au quart (86,5 p. 100) a été comparable à celle mentionnée en Mauritanie par Dia et coll. (84,0 p. 100) (4) qui se sont basés sur les animaux négatifs à l'examen parasitologique pour effectuer leur calcul. Luckins et coll. évoquent de leur côté une spécificité de 100 p. 100 en travaillant sur 172 sérums de buffles provenant d'une région indemne de trypanosomes (7).

L'utilisation du Catt avec des sérums non dilués a permis d'améliorer notablement la sensibilité du test (87,0 p. 100) aux dépens de sa spécificité (80,5 p. 100). Le fait d'associer l'hématocrite au résultat du test a permis *a contrario* d'améliorer la spécificité, celle-ci étant passée à 93,0 p. 100 avec des sérums purs ou dilués au quart, mais a entraîné parallèlement une légère baisse de la sensibilité (72,0 p. 100 avec une dilution au quart et 85,0 p. 100 avec les sérums purs).

La prise en compte du facteur « hématocrite » parallèlement au résultat du Catt semble intéressante, le meilleur couple sensibilité/spécificité (0,85/0,93) ayant été obtenu avec des sérums non dilués en prenant comme critère de positivité un test positif associé à un hématocrite inférieur ou égal à 25. Elle permet d'améliorer significativement les valeurs prédictives positives du test sans altérer les valeurs prédictives négatives. On notera cependant que de nombreux facteurs sont impliqués dans les variations de l'hématocrite (5, 6). Les résultats obtenus avec cet indicateur ne sont donc représentatifs que de la population étudiée.

La sensibilité du test au chlorure de mercure est passée de 79,5 à 93,5 p. 100 lorsque toute réaction de floculation, même de faible intensité, a été considérée comme positive. Dès lors, la sensibilité du test calculée ici a été plus élevée que celle obtenue en Inde à partir d'une solution légèrement plus diluée. Raisinghani et Swarnkar, travaillant sur 54 sérums de dromadaires positifs à l'examen parasitologique (dont 30 après une centrifugation en tube capillaire et 51 après inoculation à la souris), ont obtenu une sensibilité de 81,5 p. 100 (11). Pathak et coll., travaillant sur 108 sérums de dro-

madaires positifs à l'examen parasitologique (dont 49 après un examen direct et 94 après inoculation à la souris), ont obtenu une sensibilité de 72,0 p. 100 (10). Ces différences pourraient s'expliquer par la nature du lot positif. En effet, il est possible que dans les cas d'infections récentes ou chroniques, caractérisées par de faibles réponses en Ig M, la sensibilité de la réaction au chlorure de mercure soit plus faible. Ainsi dans le travail de Pathak et coll., la sensibilité du test passe de 72,0 à 64,5 p. 100 lorsque l'on ne prend en compte que les 59 animaux négatifs après un examen sanguin direct mais positifs après une inoculation à la souris (10). Par ailleurs, divers auteurs ayant utilisé cette méthode au début du siècle ont signalé un défaut de sensibilité chez les animaux récemment infectés (3). Le fait d'associer l'hématocrite au résultat du test entraîne une faible baisse de la sensibilité, que l'on considère les réactions douteuses comme positives ou négatives.

La spécificité du test au chlorure de mercure calculée ici est passée de 84,5 à 94,0 p. 100 lorsque les réactions douteuses ont été considérées comme négatives. Un défaut de spécificité, non mesuré ici, peut intervenir en présence d'autres espèces de trypanosomes. En effet, Bennett a montré que sa réaction réussit également avec les sérums de dromadaires infectés par *T. vivax* et *T. brucei* (3). Les performances du test pourraient également être altérées par la présence d'autres agents pathogènes pouvant induire le même type de réaction immunitaire. Le fait d'associer l'hématocrite au résultat du test permet d'améliorer la spécificité, celle-ci passant à 95,0 p. 100 (réactions douteuses interprétées comme positives) et à 99,0 p. 100 (réactions douteuses interprétées comme négatives). Le meilleur couple sensibilité/spécificité (0,90/0,95) a été obtenu en prenant comme critère de positivité un test positif ou douteux associé à un hématocrite inférieur ou égal à 25.

La sensibilité du Suratex[®] calculée ici a été de 54,5 p. 100 et est passée à 68,0 p. 100 lorsque les réactions douteuses ont été considérées comme positives. Ces valeurs sont beaucoup plus faibles que celles citées par Nantulya qui évoque une sensibilité de 94,0 p. 100 sur 32 sérums provenant de dromadaires positifs après une centrifugation en tube capillaire et de 100 p. 100 sur des sérums provenant de 28 dromadaires positifs après une inoculation à la souris (9). De même, la spécificité du Suratex[®] calculée ici a été de 62,0 p. 100 et elle est passée à 42,0 p. 100 lorsque les réactions douteuses ont été considérées comme positives. Ces valeurs sont encore une fois beaucoup plus faibles que celle évoquée par Nantulya, celui-ci ayant calculé une spécificité de 100 p. 100 à partir de 30 sérums provenant d'animaux indemnes (9).

Les tests présentant des valeurs prédictives positives élevées sont intéressants dans une logique d'économie lorsque l'on cherche à maximiser l'efficacité des traitements effectués. Dans cette hypothèse, on pourra recommander l'utilisation du test au chlorure de mercure en ne retenant que les réactions franchement positives et en l'associant à un relevé de l'hématocrite. Avec ce protocole, le pourcentage d'animaux réellement infectés parmi les positifs varie de 80,0 p. 100 pour une prévalence de 5,0 p. 100 à 95,0 p. 100 pour une prévalence de 20,0 p. 100. *A contrario*, des valeurs prédictives négatives élevées sont intéressantes pour s'assurer du statut indemne d'un animal (individus de grande valeur économique, par exemple). Dans cette hypothèse, on pourra recommander l'utilisation du test au chlorure de mercure en retenant les réactions positives ou douteuses. Avec ce protocole, le pourcentage d'animaux réellement indemnes parmi les négatifs varie de 100 p. 100 pour une prévalence de 5,0 p. 100 à 98,0 p. 100 pour une prévalence de 20,0 p. 100. On notera cependant que, malgré les avantages du test au mercure de chlorure, la toxicité du réactif rend dangereuse son utilisation dans un test de diagnostic courant.

Remerciements

Les analyses par Pcr ont été réalisées par l'unité d'Epidémiologie du Centre international de recherches-développement sur l'élevage en zone subhumide (Cirdes) à Bobo Dioulasso (Burkina Faso).

BIBLIOGRAPHIE

1. BAIYANA SONGO E., HAMERS H., 1988. A card agglutination test (CATT) for veterinary use based on an early VAT RoTat 1/2 of *T. evansi*. *Ann. Soc. trop. Med. Hyg.*, **86**: 630.
2. BENNETT S.C.G., 1929. The mercuric chloride test for camel trypanosomiasis. *J. comp. Pathol.*, **42**: 118-126.
3. CURASSON G., 1943. Diagnostic des trypanosomoses. In : Vigot frères éd., *Traité de protozoologie vétérinaire et comparée*, Tome 1, Trypanosomoses. Mesnil, France, Firmin-Didot, p. 43-54.
4. DIA M.L., VAN MEIRVENNE N., MAGNUS E., LUCKINS A.G., DIOP C., THIAM A., JACQUIET P., HAMERS R., 1997. Evaluation de quatre tests de diagnostic : frottis sanguins, Catt, IFI et Elisa-Ag dans l'étude de l'épidémiologie de la trypanosomose cameline à *Trypanosoma evansi* en Mauritanie. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **50** : 29-36.
5. DIOLI M., STIMMELMAYR R., 1992. Important camel diseases. In: Dioli M., Scharzt H.J., eds., *The one-humped camel (Camelus dromedarius) in eastern Africa: A pictorial guide to diseases, health care and management*. Weikersheim, Germany, Margraf Press, p. 155-223.

6. FAYE B., 1997. Les maladies du dromadaire. In : Sanofi éd., *Guide de l'élevage du dromadaire*. Montrouge, France, Agir, p. 89-123.
7. LUCKINS A.G., BUSCHER P., VERLOO D., MAGNUS E., HUSEIN A., SOLIHAT L., 1999. Evaluation of serological tests for the detection of infections with *Trypanosoma evansi* in Buffalo. In: *Progress Report of 20th Meeting of the OIE Ad Hoc Group on Non-Tsetse Transmitted Trypanosomoses*, Paris, France, 17-21 May 1999. Paris, France, OIE/NTTAT, p. 101.
8. MURRAY M., MURRAY P.K., MCINTYRE W.I.M., 1977. An improved parasitological technique for the diagnosis of African trypanosomiasis. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, **71**: 325-326.
9. NANTULYA V.M., 1994. Suratex®: a simple latex agglutination antigen test for diagnosis of *Trypanosoma evansi* infections (surra). *Trop. Med. Parasitol.*, **45**: 9-12.
10. PATHAK K.M., SINGH Y., VAN MEIRVENNE N., KAPOOR M., 1997. Evaluation of various diagnostic techniques for *Trypanosoma evansi* infections in naturally infected camels. *Vet. Parasitol.*, **69**.
11. RAISINGHANI P.M., SWARNKAR C.P., 1992. Efficacy of diagnostic tests in surra. In : Premier séminaire international sur les trypanosomoses animales non transmises par les glossines, Annecy, France, 14-16 octobre 1992. Lyon, France, Fondation Marcel Mérieux, p. 50.
12. RICHARD D., 1986. Les maladies d'origine parasitaire. In : République du Niger/lemvt éd., *Manuel des maladies du dromadaire*. Maisons-Alfort, France, lemvt, p. 9-51.

Reçu le 16.03.2000, accepté le 03.05.2001

Summary

Delafosse A., Doutoum A.A. Comparison of three serological tests for field diagnosis of camel surra (*Trypanosoma evansi* infection) in Chad

In many countries, one of the major diseases in camels is the *Trypanosoma evansi* infection, which is responsible for important economic losses. Field diagnosis is necessary for a rational use of trypanocides. Three field serological diagnostic techniques applicable in the field were tested with positive and negative (parasitological test) sera from eastern Chad: CATT, mercuric chloride test and Suratex®. The collapse of PCV though multifactorial was measured and used as an indicator to increase test sensitivity. The highest sensitivity of CATT (0.88) was obtained with non-diluted sera, doubtful reactions being considered as positive; In this case, however, specificity was as low as 55%. The highest specificity (0.93) was measured with pure or diluted sera, positive results being associated with a PCV less than or equal to 25. The highest combined values of sensitivity/specificity (0.85/0.93) and the highest predictive values were obtained with non-diluted sera, the positive criterion being a positive test associated with PCV less than or equal to 25. With the mercuric chloride test, the highest sensitivity (0.94) was obtained when any flocculation, even very light ones, were considered positive. The highest specificity (0.99) was measured by keeping only very positive reactions associated with PCV less than or equal to 25; In this case, however, sensitivity was only 78%. The highest combined values of sensitivity/specificity (0.90/0.95) and the best predictive values were obtained with the positive criterion being a positive or doubtful test associated with PCV less than or equal to 25. The improvements due to simultaneous interpretation of serological tests and PCV value

Resumen

Delafosse A., Doutoum A.A. Comparación de tres pruebas serológicas para el diagnóstico de campo de la « surra » (trypanosomosis por *Trypanosoma evansi*) en el dromedario en Chad

En muchos países, la tripanosomosis por *Trypanosoma evansi* es dominante patológicamente en los dromedarios y responsable de pérdidas económicas importantes. El uso racional de los tripanocidas esta condicionado por la obtención de diagnósticos de campo. Se probaron tres técnicas de diagnóstico serológico, las cuales pueden ser utilizadas en el campo, a partir de sueros positivos y negativos (examen parasitológico) provenientes de Chad oriental: el Catt, prueba con cloruro de mercurio y Suratex®. Aunque la caída del valor del hematocrito sea multifactorial, éste se midió y utilizó como indicador para mejorar la sensibilidad de las pruebas. En lo que concierne al Catt, la mejor sensibilidad, 0,88, se obtuvo gracias a sueros no diluidos, considerando las reacciones dudosas como positivas; sin embargo, en este caso, la especificidad fue únicamente de 55%. La mejor especificidad, 0,93, se midió, con sueros puros o diluidos, reteniendo un resultado positivo asociado a un hematocrito inferior o igual a 25. La mejor pareja sensibilidad/especificidad (0,85/0,93) y los mejores valores de predicción fueron obtenidos con sueros no diluidos, tomando como criterio positivo una prueba positiva asociada a un hematocrito inferior o igual a 25. Con el test del cloruro de mercurio, la mejor sensibilidad, 0,94, se obtuvo interpretando toda reacción de floculos, mismo ligera (dudosa), como positiva. La mejor especificidad, 0,99, se midió reteniendo únicamente las reacciones francamente positivas asociadas a un hematocrito inferior o igual a 25; sin

Field diagnosis of surra in the camel

were still dependent on the absence or low prevalence of other major factors of anemia in the studied population. Sensitivity and specificity of Suratex[®] test in both tested hypotheses (doubtful reactions considered as positive or negative) were low and did not allow recommending its use. In the studied epidemiological context, the mercuric chloride test associated with PCV gave the highest sensitivity/specificity rates and predictive values at the lowest cost. It is therefore proposed that this technique be used in the field, but it must be stressed that mercuric chloride is toxic and could be dangerous as a diagnosis test.

Key words: *Camelus dromedarius* - *Trypanosoma evansi* - Immunodiagnosis - Agglutination test - Mercuric chloride - Chad.

embargo, en este caso, la sensibilidad fue solo de 78%. El mejor par sensibilidad / especificidad (0,90/0,95) y los mejores valores de predicción se obtuvieron tomando como criterio positivo toda prueba positiva o dudosa asociada a un hematocrito inferior o igual a 25. Las mejoras aportadas por la interpretación simultánea de los tests serológicos y del valor del hematocrito permanecieron condicionadas por la ausencia o la baja prevalencia de otros factores importantes, causantes de anemia en la población estudiada. Los valores de las sensibilidades y de las especificidades obtenidos con el Suratex[®] en las dos hipótesis examinadas (reacciones dudosas interpretadas como positivas o como negativas) fueron bajos; por lo que no permiten recomendar o no su uso. En el contexto epidemiológico estudiado, el test con cloruro de mercurio asociado al valor del hematocrito ofreció las mejores relaciones sensibilidad / sensibilidad y los valores de predicción con un costo mas bajo. Se sugiere entonces que el uso de esta técnica sea puesta en uso en el campo. Se indica, sin embargo, que la toxicidad del reactivo torna peligroso su uso para el diagnóstico frecuente.

Palabras clave: *Camelus dromedarius* - *Trypanosoma evansi* - Inmunodiagnostico - Reacción de aglutinación - Cloruro mercurico - Chad.

Epidémiologie des nématodes gastro-intestinaux des bovins dans la région centre de la Côte d'Ivoire

C. Komoin-Oka¹ J. Zinsstag² F. Fofana¹
A. N'Depo¹ V.S. Pandey^{3*}

Mots-clés

Bovin N'Dama - Helminthe - *Nematoda* - Epidémiologie - Côte d'Ivoire.

Résumé

De février à décembre 1997, six bovins de race N'Dama, provenant de la zone centre de savane humide de la Côte d'Ivoire, ont été autopsiés chaque mois. Quatorze espèces ou genres de parasites ont été mis en évidence : 8 nématodes, 2 trématodes, 1 cestode et 3 protozoaires. Tous les animaux étaient infestés par au moins l'une des espèces suivantes de nématodes gastro-intestinaux : *Haemonchus* sp. (95 p. 100), *Cooperia punctata* (50 p. 100), *Oesophagostomum radiatum* (35,5 p. 100), *Trichostrongylus axei* (30 p. 100), *Cooperia pectinata* (8,1 p. 100) et *Trichuris* sp. (1,6 p. 100). *Setaria labiata* a été rencontrée chez 30,6 p. 100 des animaux, des microfilaires chez 24,1 p. 100, des paramphistomes chez 80,6 p. 100, et *Moniezia* sp. chez 15 p. 100. Des trypanosomes et *Babesia* spp. ont été trouvés chez respectivement 11,2 et 3,6 p. 100 des animaux. Les excréments d'œufs et les intensités parasitaires des nématodes gastro-intestinaux ont montré des fluctuations avec des pics en mai et en septembre-octobre, périodes correspondant aux saisons des pluies. Les animaux âgés de 1-3 ans avaient des intensités parasitaires plus élevées que ceux âgés de plus de 3 ans ($P < 0,05$). Aucune hypobiose larvaire n'a été détectée. En dépit de conditions climatiques humides favorables, les intensités parasitaires de ces bovins de race N'Dama, provenant de systèmes d'élevage de type extensif, étaient relativement faibles. Des traitements anthelminthiques ne seraient alors justifiés que chez les jeunes animaux.

■ INTRODUCTION

Au cours de ces dernières années, les auteurs se sont de plus en plus intéressés au bovin de race N'Dama de l'Afrique de l'Ouest, étant donné sa trypanotolérance et sa résistance aux tiques et aux maladies transmises par les tiques (6, 8). Le N'Dama serait également plus résistant que d'autres races bovines aux infections par les strongles (7). Des études menées en Gambie (3, 14, 15), au Sénégal (10) et en Guinée (1) montrent que le parasitisme dû aux strongles gastro-intestinaux peut néanmoins être important, même chez le bovin de race N'Dama.

En Côte d'Ivoire, le développement de l'élevage est une priorité. Dans les régions sud et centre du pays où le climat est humide, l'élevage d'animaux trypanotolérants est encouragé. Ces animaux sont élevés sur des pâturages naturels, dans un système de type extensif. Compte tenu de l'importance reconnue aux helminthes gastro-intestinaux, les services vétérinaires recommandent trois traitements anthelminthiques par an (information non publiée). Cependant, il n'y a pas de publications faisant état de l'épidémiologie et des variations saisonnières du parasitisme. L'objectif du présent travail a été de mener une étude épidémiologique par l'examen régulier d'animaux abattus dans l'un des abattoirs de la région centre de la Côte d'Ivoire.

■ MATERIEL ET METHODES

Zone de l'étude

Les animaux examinés provenaient de la zone centre de savane de la Côte d'Ivoire (6-7° de latitude N, 5-6° de longitude O), région caractérisée par un climat tropical humide, aux températures

1. Lanada, Laboratoire central de pathologie animale de Bingerville, BP 206 Bingerville, Côte d'Ivoire

2. Institut tropical suisse, CH-4002 Bâle, Suisse ; Centre suisse de recherches scientifiques, BP 1303 Abidjan 01, Côte d'Ivoire

3. Institut de médecine tropicale, Nationalestraat 155, B-2000 Antwerpen, Belgique

* Auteur pour la correspondance

Tél. : +32-2-251 84 36 ; Fax : +32-2-251 84 36 ; E-mail : vpandey@itg.be

comprises entre 19 et 34 °C et à la pluviométrie annuelle variant entre 1 100 et 1 600 mm, avec des pics en mai-juin et en septembre-octobre. Durant la période de l'étude, les données climatiques ont été obtenues auprès de la Société d'exploitation et de développement aéroportuaire, aéronautique et météorologique (Sodexam) d'Abidjan.

Les animaux

De février à décembre 1997, cinq à six bovins de race N'Dama, abattus à l'abattoir municipal de Toumodi, ont été examinés tous les mois. Les critères de sélection de ces animaux étaient leur lieu d'origine (la zone de l'étude) et l'absence de traitement antiparasitaire depuis au moins six mois. Au total, 62 animaux ont ainsi été examinés, constitués de 16 mâles et de 46 femelles, de 22 bovins âgés de 1 à 3 ans et de 40 âgés de plus de 3 ans.

Méthodes parasitologiques

Avant l'abattage, du sang était prélevé à l'oreille et des selles étaient récoltées dans le rectum des animaux. Le sang était examiné pour la recherche d'hétoparasites, selon la technique de centrifugation en tube à hématocrite de Murray et coll. (9) et après coloration de frottis et gouttes épaisses au Giemsa. Les fèces étaient examinées selon la méthode de McMaster modifiée d'après Gordon et Whitlock (2) et par sédimentation à l'eau du robinet et flottation dans une solution sursaturée de NaCl ($d = 1,20$).

Après éviscération, les poumons, le foie, le rumen, le cœur et la carcasse étaient inspectés. Les veines mésentériques étaient examinées pour la recherche de schistosomes. L'abomasum, l'intestin grêle et le gros intestin étaient séparés. Chaque portion était ouverte dans le sens de la longueur et son contenu était lavé et passé à travers un tamis de 200 μ . Les résidus du tamis étaient complétés avec 5 l d'eau et un échantillon de 200 ml était collecté. Les parasites étaient récoltés et identifiés au microscope.

Les nodules de l'intestin grêle, du côlon et du cæcum étaient comptés. La muqueuse de la moitié de l'abomasum et celle de la portion du cæcum allant jusqu'à la valvule iléo-cæcale étaient grattées et mises à digérer (dans 10 g de pepsine à 1 200 UI/g + 8,5 g de NaCl + 16 ml de HCl à 37 p. 100 + 1 000 ml d'eau distillée) à 37 °C pendant 12 h pour la recherche de larves (5).

Analyse statistique

La saisie et la vérification des données ont été opérées à l'aide du programme EPI-INFO (version 5.0). L'analyse statistique a été effectuée avec le programme SAS (Statistical Analysis Systems, Cary, USA) après transformation logarithmique des données brutes. Des comparaisons statistiques ont été faites à l'aide du test de Wilcoxon ou par l'analyse de variance. Le seuil de signification a été fixé à $p < 5$ p. 100.

■ RESULTATS

Les moyennes mensuelles des températures et des précipitations sont présentées dans la figure 1. Durant l'année de l'étude, la pluviométrie totale a été de 1 179 mm ; les températures moyennes mensuelles ont oscillé entre 24,5 et 27,7 °C, et l'humidité relative a été en moyenne de 72,3 p. 100.

Un total de 14 espèces ou genres de parasites a été mis en évidence : 8 nématodes, 2 trématodes, 1 cestode et 3 protozoaires (tableau I). Tous les animaux étaient porteurs au moins de deux

espèces parasitaires, sauf trois d'entre eux, infestés par une seule espèce, *Haemonchus* sp. *Haemonchus* était prédominant par sa prévalence (95 p. 100) et son intensité moyenne (900 vers). Il représentait 96 p. 100 de la population abomasale. Aucune larve n'a été observée dans le digestat abomasal. Dans l'intestin grêle et le gros intestin, *Cooperia punctata* et *Oesophagostomum radiatum* étaient respectivement les espèces les plus importantes. Environ 90 p. 100 des animaux avaient 10 à 120 nodules dans l'intestin. Aucune larve n'a été retrouvée après digestion de la muqueuse cæcale.

L'intensité de la totalité des nématodes gastro-intestinaux a varié entre 25 et 5 203 parasites ; 63 p. 100 des animaux avaient moins de 1 000 nématodes, 28 p. 100 en avaient entre 1 000 et 3 000, et 9 p. 100 en avaient plus de 3 000.

L'intensité parasitaire abomasale était comprise entre 0 et 5 151 nématodes, avec 5 p. 100 des animaux n'hébergeant aucun parasite dans l'abomasum, 61,7 p. 100 en hébergeant moins de 1 000, 28,3 p. 100 entre 1 000 et 3 000, et 5 p. 100 plus de 3 000. Le nombre de nématodes dans l'intestin grêle a oscillé entre 0 et 2 183 nématodes, avec 50 p. 100 des animaux n'en ayant aucun et un seul animal en ayant plus de 2 000. La plupart des animaux (64,5 p. 100) n'avaient pas de nématodes dans le gros intestin. Un seul en avait 1 200 et 33,9 p. 100 avaient moins de 1 000 *O. radiatum*.

L'évolution des différentes espèces de nématodes a connu des variations au cours de l'année (figure 2). Des pics parasitaires ont été observés au mois d'octobre pour *Haemonchus* sp., en mai et en décembre pour *T. axei*, en mars, en mai et en décembre pour *C. punctata*, et en mai pour *O. radiatum*. L'intensité totale des nématodes gastro-intestinaux a augmenté progressivement pour atteindre un pic en juillet, avant de baisser puis de connaître un second pic en octobre (figure 3). Ces fluctuations n'étaient statistiquement significatives que pour *C. punctata* ($p = 0,02$).

Des œufs de strongles ont été détectés dans les fèces de 70 p. 100 des animaux avec un opg moyen de 305 (extrêmes : 50-750). Ces excréments d'œufs ont connu des variations au cours de l'année ($p < 0,01$), avec un pic principal en septembre (figure 4). Des œufs de cestodes étaient présents chez 12 p. 100 des animaux et des oocystes de coccidies chez 9,3 p. 100.

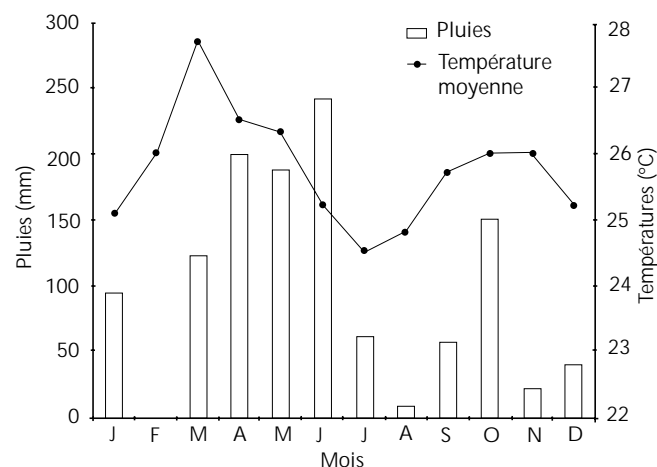


Figure 1 : températures et précipitations moyennes mensuelles dans la zone centre de savane humide de la Côte d'Ivoire de janvier à décembre 1997.

Tableau I

Inventaire, prévalence, intensités (moyenne et extrêmes) des parasites des bovins (n = 62)
de la zone centre de savane humide de la Côte d'Ivoire

Parasites	Prévalence (%)	Intensités des positifs	
		Moyenne (Nb. de parasites)	Extrêmes (Nb. de parasites)
Rumen			
Paramphistomes	80,6		
Caillette			
<i>Haemonchus</i> sp.	95	900	25 - 5151
<i>Trichostrongylus axei</i>	30	115	9 - 650
Intestin grêle			
<i>Cooperia pectinata</i>	8,1	73	4 - 175
<i>Cooperia punctata</i>	50	272	1 - 2008
<i>Moniezia</i> spp.	15		
Gros intestin			
<i>Oesophagostomum radiatum</i>	35,5	114	1 - 1200
<i>Trichuris</i> spp.	1,6	25	
Autres			
<i>Schistosoma</i> spp.	1,6		
<i>Setaria labiatopapillosa</i>	30,6		
Oocystes de coccidies	9	350	200 - 600
<i>Trypanosoma</i> spp.	11,2		
Microfilaires	24,1		
<i>Babesia</i> spp.	3,6		

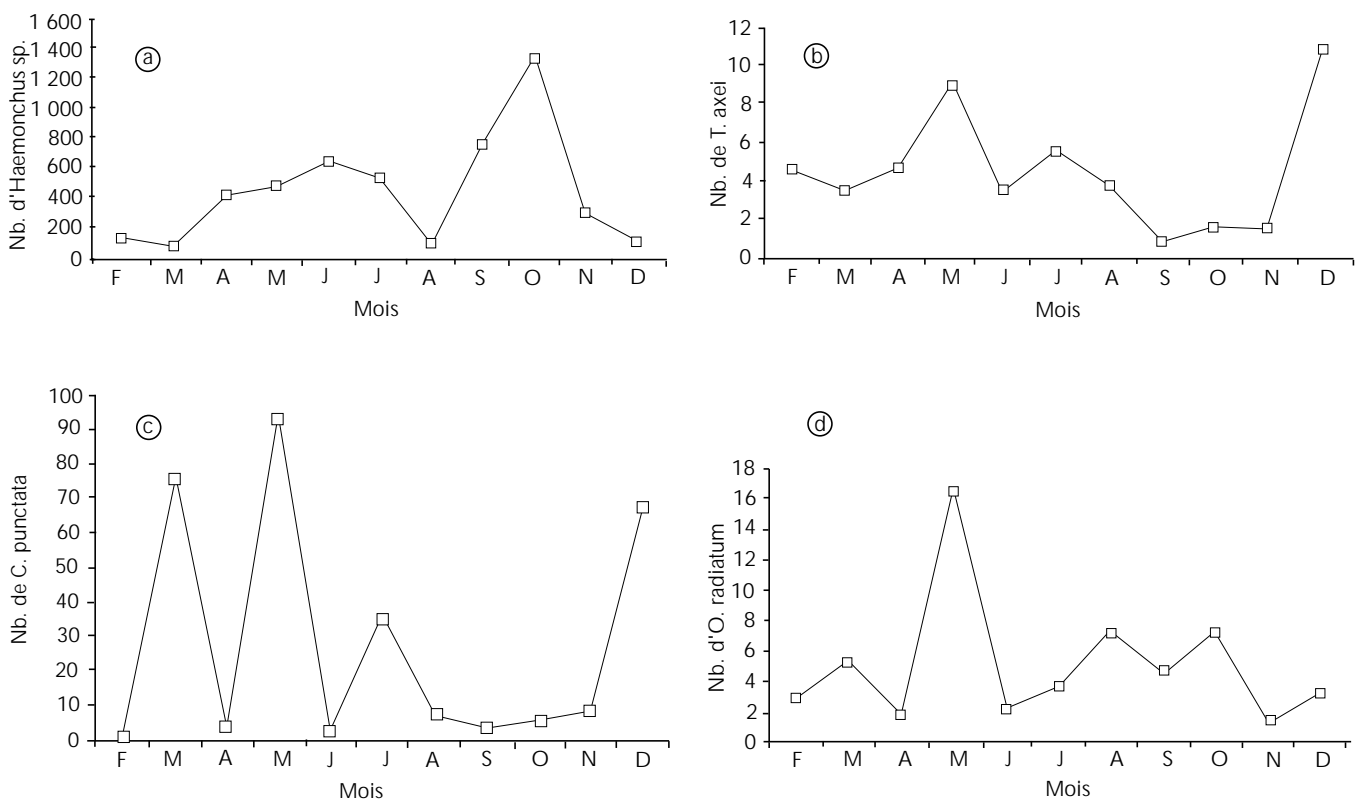


Figure 2 : moyennes géométriques des intensités mensuelles de *Haemonchus* sp. (a), *T. axei* (b), *C. punctata* (c) et *O. radiatum* (d) chez les bovins de la zone centre de savane humide de la Côte d'Ivoire.

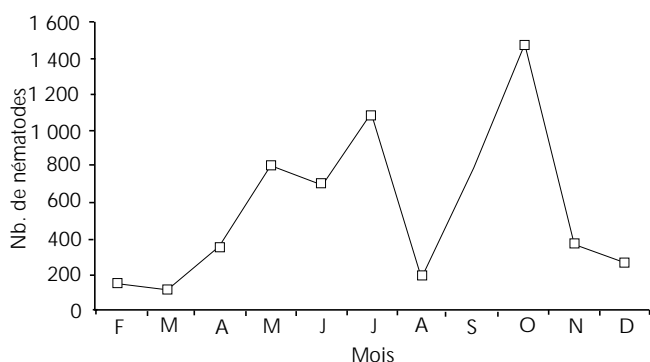


Figure 3 : moyennes géométriques des intensités mensuelles de tous les nématodes gastro-intestinaux chez les bovins de la zone centre de savane humide de la Côte d'Ivoire.

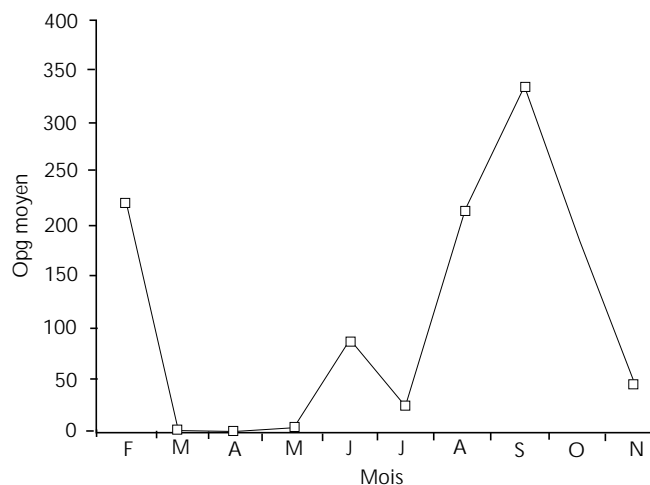


Figure 4 : moyennes géométriques du nombre d'œufs de strongles par gramme de fèces (opg) chez les bovins de la zone centre de savane humide de la Côte d'Ivoire.

Les jeunes animaux avaient des intensités parasitaires (tableau II) et un opg significativement plus élevés ($p < 0,03$) que les adultes âgés de plus de trois ans. La diversité parasitaire était également plus grande chez les jeunes. Ainsi, tandis que 65 p. 100 des sujets âgés de moins de trois ans hébergeaient 4 à 6 espèces de nématodes, seuls 5 p. 100 des adultes en hébergeaient autant.

Les prévalences des autres parasites rencontrés au cours de cette étude étaient de 30,6 p. 100 pour *Setaria labiatopapillosa*, 24,1 p. 100 pour les microfilaires, 11,2 p. 100 pour les trypanosomes (*Trypanosoma brucei*, *T. congolense*, *T. vivax*), 3,6 p. 100 pour *Babesia* sp. et 1,6 p. 100 pour *Schistosoma* sp.

■ DISCUSSION

La présente étude met en évidence un total de 14 espèces ou genres de parasites, incluant six espèces de nématodes gastro-intestinaux, chez les bovins de race N'Dama du centre de la Côte d'Ivoire. Cet inventaire est proche de celui rapporté pour d'autres régions de l'Afrique de l'Ouest, telles que la Guinée (1), la Gambie (3, 11), le Sénégal (10), le Burkina Faso (12) et le Mali (13). Dans ces pays, d'autres espèces ont également été observées : *Bunostomum phlebotomum*, *Strongyloides papillosus*, *T. colubriformis* et *C. curticei*. En Côte d'Ivoire, comme ailleurs en Afrique de l'Ouest, *Haemonchus* sp. et *Cooperia* spp. étaient les parasites les plus importants.

La présence continue des infections parasitaires est certainement due aux conditions climatiques favorables (figure 1) pour le développement et la survie des larves infestantes des nématodes gastro-intestinaux. Les variations saisonnières des intensités parasitaires et des excréments d'œufs, bien que non statistiquement significatives pour certaines, ont montré des pics, la plupart du temps en mai et en septembre-octobre. Ces pics correspondent approximativement aux périodes des saisons des pluies, favorables au développement et à la transmission aux bovins sur les pâturages des larves infestantes.

Bien que l'incubation de la muqueuse abomasale dans un liquide de digestion pendant 12 h ait pu provoquer la lyse de larves, l'absence complète de larves *Haemonchus* sp. dans le digestat

Tableau II

Fréquence des intensités des nématodes gastro-intestinaux dans deux classes d'âge de bovins de la zone centre de savane humide de la Côte d'Ivoire

Intensités	Fréquence (%)	
	< 3 ans	> 3 ans
< 1000	46	74
1001 - 2000	27	21
2001 - 3000	9	2,5

laisse à penser que l'hypobiose larvaire n'existe pas dans le centre de la Côte d'Ivoire. Des résultats similaires ont été obtenus chez les ovins au sud (4), aussi bien qu'au centre (observations non publiées) de la Côte d'Ivoire, et chez les bovins, les ovins et les caprins en Guinée (1). Dans les pays d'Afrique de l'Ouest tels que la Gambie (3, 11) et le Sénégal (10), où la saison sèche est longue et bien marquée, l'hypobiose constitue le principal mode de survie des nématodes gastro-intestinaux durant cette saison défavorable. En Côte d'Ivoire, le climat tropical humide étant favorable au développement des larves infestantes durant toute l'année, les nématodes n'ont pas la nécessité biologique d'entrer en hypobiose.

La baisse des intensités parasitaires chez les animaux de plus de trois ans est l'indication d'une résistance naturelle observée également chez les bovins N'Dama en Gambie (3, 14). Il aurait été intéressant d'examiner des animaux plus jeunes, mais ceux-ci ne sont que rarement abattus.

Malgré le climat tropical humide du centre de la Côte d'Ivoire, favorable au développement et à la survie des larves infestantes des nématodes gastro-intestinaux, les intensités parasitaires étaient relativement faibles. Cela peut être dû au système d'élevage extensif pratiqué dans cette région et à la faible pression parasitaire qui en résulte.

■ CONCLUSION

Malgré certains biais comme le nombre inégal des animaux jeunes et âgés et des mâles et des femelles, ce travail permet de tirer quelques conclusions intéressantes. Dans la zone centre de la Côte d'Ivoire, les infections parasitaires sont survenues tout au long de l'année, avec des pics au cours des deux saisons des pluies. Les animaux âgés de moins de trois ans ont été les plus sensibles au parasitisme. Ils devraient être les seuls à bénéficier de traitements anthelminthiques (14). Ces traitements pourraient être effectués deux fois par an, en avril et en septembre pour éliminer les pics

parasitaires. Une analyse coût/bénéfice devrait toutefois être faite avant de mettre en place tout programme de traitement stratégique. Pour cela, une étude sur un nombre plus important d'animaux serait souhaitable.

Remerciements

Nous exprimons nos remerciements à l'Académie suisse des sciences à Berne, Suisse, pour son appui financier et au Centre suisse de recherches scientifiques à Abidjan, Côte d'Ivoire, pour son assistance technique dans la réalisation de ce travail.

BIBLIOGRAPHIE

1. ANKERS P., FOFANA S., BIAYE A., 1997. Les dominantes du parasitisme helminthique chez les bovins, ovins et caprins en Guinée maritime, République de Guinée. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **50** : 111-116.
2. GORDON H.M., WHITLOCK H.V., 1939. A new technique for counting nematode eggs in sheep faeces. *J. Counc. Sci. Ind. Res. Aust.*, **10**: 50-52.
3. KAUFMANN J., PFISTER K., 1990. The seasonal epidemiology of gastrointestinal nematodes in N'Dama cattle in The Gambia. *Vet. Parasitol.*, **37**: 45-54.
4. KOMOIN-OKA C., ZINSSTAG J., PANDEY V.S., FOFANA F., N'DEPO A., 1999. Epidémiologie des parasites des ovins de la zone sud forestière de la Côte d'Ivoire. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **52** : 39-46.
5. Manual of veterinary parasitological laboratory techniques, 1986. Reference book 418, 3rd ed. London, UK, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Her Majesty's Stationary Office, 160 p.
6. MATTIOLI R.C., BAH M., FAYE J., KORA S., CASSAMA M., 1993. A comparison of field tick infestation on N'Dama, Gobra zebu and N'Dama x Gobra crossbred cattle. *Vet. Parasitol.*, **47**: 139-148.
7. MATTIOLI R.C., CASSAMA M., KORA S., 1997. A comparative study of gastrointestinal nematode output in N'Dama, zebu and N'Dama x zebu crossbred cattle. *Parasitologia*, **34**: 109-113.
8. MATTIOLI R.C., JAITNER J., CLIFFORD D.J., PANDEY V.S., VERHULST A., 1998. Trypanosome infections and tick infestations: susceptibility in N'Dama, Gobra zebu and Gobra x N'Dama crossbred cattle exposed to natural challenge and maintained under high and low surveillance of trypanosome infections. *Acta trop.*, **71**: 57-71.
9. MURRAY M., MURRAY P.K., MCINTYRE W.I.M., 1977. An improved parasitological technique for diagnosis of African trypanosomiasis. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, **71**: 325-326.
10. NDAO M., BELOT J., ZINSSTAG J., PFISTER K., 1995. Epidémiologie des nématodes gastro-intestinales des bovins dans la zone sylvo-pastorale au Sénégal. *Revue Méd. vét.*, **146** : 129-134.
11. NDAO M., PANDEY V.S., ZINSSTAG J., PFISTER K., 1995. Helminth parasites and hypobiosis of nematodes in N'Dama cattle during the dry season in The Gambia. *Vet. Parasitol.*, **60**: 161-166.
12. OUEDRAOGO A., OUATTARA L., KAUFMANN J., PFISTER K., 1992. Epidémiologie des nématodes gastro-intestinaux des ruminants au Burkina Faso : spectre, fréquences et variations saisonnières. In : 7^e Conf. AIMVT, Yamoussoukro, Côte d'Ivoire, 14-18 septembre 1992, p. 749-750.
13. TEMBELY S., 1986. An abattoir survey of gastrointestinal helminth parasites in cattle, sheep and goats in Mali (West Africa). PhD Dissertation, Graduate College of Texas, A&M University, College Station, TX, USA, 116 p.
14. ZINSSTAG J., ANKERS P., DEMPFLER L., NJIE M., KAUFMANN J., ITTY P., PFISTER K., PANDEY V.S., 1997. Effect of strategic gastrointestinal nematode control on growth of N'Dama in Gambia. *Vet. Parasitol.*, **68**: 143-153.
15. ZINSSTAG J., ANKERS P., NDAO M., BONFOH B., PFISTER K., 1998. Multiparasitism, production and economics in domestic animals in sub-Saharan West Africa. *Parasitology Today*, **14**: 46-49.

Reçu le 09.05.2000, accepté le 08.11.2000

Summary

Komoin-Oka C., Zinsstag J., Fofana F., N'Depo A., Pandey V.S. Epidemiology of gastrointestinal nematodes of cattle in Central Côte d'Ivoire

From February to December 1997, six head of N'Dama cattle originating from the Central zone of humid savanna in Côte d'Ivoire were examined postmortem monthly. Fourteen species/genera of parasites were identified: 8 nematodes, 2 trematodes, 1 cestode and 3 protozoa. All animals were infected with at least one of the following gastrointestinal nematodes: *Haemonchus* sp. (95%), *Cooperia punctata* (50%), *Oesophagostomum radiatum* (35.5%), *Trichostrongylus axei* (30%), *Cooperia pectinata* (8.1%) and *Trichuris* sp. (1.6%). *Setaria labiatopapillosa* was found in 30.6% of the animals examined, microfilaria in 24.1%, paramphistomes in 80.6% and *Moniezia* sp. in 15%. Trypanosomes and *Babesia* spp. were found in 11.2 and 3.6% of the animals, respectively. The egg counts and worm burden of gastrointestinal nematodes varied with peaks in May and September/October, i.e. during the rainy seasons. Young animals 1-3 years of age had higher worm burdens than animals over 3 years old ($P < 0.05$). No larval hypobiosis was detected. In spite of a favorable humid climate, the worm burden of this N'Dama cattle originating from an extensive husbandry system was relatively low. Anthelmintic treatments appear necessary in younger animals only.

Key words: N'Dama cattle - Helminth - *Nematoda* - Epidemiology - Côte d'Ivoire.

Resumen

Komoin-Oka C., Zinsstag J., Fofana F., N'Depo A., Pandey V.S. Epidemiología de los nemátodos gastrointestinales de los bovinos en la región central de Costa de Marfil

Entre febrero y diciembre de 1997, se autopsiaron cada mes seis bovinos de la raza N'Dama, provenientes de la zona central de sabana húmeda de la Costa de Marfil. Se encontraron 14 especies o géneros de parásitos: 8 nemátodos, 2 tremátodos, 1 céstodo y 3 protozoarios. Todos los animales estaban infestados por al menos una de las siguientes especies de nemátodos gastrointestinales: *Haemonchus* sp. (95%), *Cooperia punctata* (50%), *Oesophagostomum radiatum* (35,5%), *Trichostrongylus axei* (30%), *Cooperia pectinata* (8,1%) y *Trichuris* sp. (1,6%). *Setaria labiatopapillosa* fue encontrado en 30,6% de los animales, microfilarias en 24,1%, paranfistomos en 80,6% y *Moniezia* sp. en 15%. Los tripanosomas y *Babesia* spp. fueron encontrados en 11,2 y 3,6% de los animales, respectivamente. Las excreciones de huevos y las intensidades parasitarias de los nemátodos gastrointestinales mostraron fluctuaciones, con picos en mayo y en septiembre-octubre, periodos correspondientes a las estaciones de lluvias. Los animales de 1-3 años de edad presentaron intensidades parasitarias más elevadas que los mayores de 3 años ($P < 0,05$). No se detectó ninguna hipobiosis larval. A pesar de las condiciones climáticas húmedas favorables, las intensidades parasitarias de estos bovinos de raza N'Dama, provenientes de sistemas de crianza de tipo extensivo, fueron relativamente bajas. Solo se justifican entonces tratamientos antihelmínticos en los animales jóvenes.

Palabras clave: Ganado bovino N'Dama - Helminto - *Nematoda* - Epidemiología - Côte d'Ivoire.

Digestive-tract strongyle fecal egg counts in cattle, sheep and goats of São Tomé Island in relation to local climate, season and breeding management

L. Neto-Padre¹ M.M. Afonso-Roque¹
I. Fazendeiro² S. Refega² J. Cabaret^{3*}

Key words

Cattle - Sheep - Goat - Strongylidae - Digestive system - São Tomé.

Summary

Individual fecal sampling was performed in 84 cattle. Fecal samples were pooled in each of the 51 sheep farms and 64 goat farms. Sampling was performed in adult hosts in four climatic zones (subarid, subhumid, humid and very humid) during the 1994 dry season, and 1993 and 1995 rainy seasons of São Tomé. Strongyle fecal egg counts, expressed in eggs per gram of feces (EPG), were measured. Climate affected cattle EPGs only. Extensive husbandry was associated with low EPGs in cattle, perhaps because of the low stocking rate and use of anthelmintics. On the other hand, high EPGs were observed in goats. No influential factor could be related to sheep EPGs.

■ INTRODUCTION

The life history of digestive-tract strongyle nematodes in ruminants involves a free-living phase, whose success depends on climatic conditions, and a parasitic development phase during which female nematodes pass eggs in the feces. The number of eggs recovered from feces (eggs per gram) is a gross indicator of intensity of infection in goats (2) and sheep and goats (3). It is well documented that EPG strongly depends on the ruminant species (6), climate (10), and breeding management (2).

The island of São Tomé, which is located in the gulf of Guinea, has several interesting features regarding ruminant species (introduced recently or not), breeding management (more or less extensive), and climate (variable on a local scale). Cattle were reintroduced in recent years from Europe and were disseminated in 1992 from one state farm to individual farmers in various sites on the island. They remained in limited numbers (fewer than 500), crossed with remnant zebu cattle, and they are now regularly treated with anthelmintics. Sheep and goats are distributed in different sites on the island, but their breeding management is different: sheep (fewer than 800) are better cared for than goats (several thousands) which live freely in most cases. The majority

of sheep are imported from several European countries. Goats are of southern Europe breeds (their importation ceased about twenty years ago) and local West African Dwarf. The prevailing parasites are helminths. Goat necropsies performed in this study revealed *Haemonchus contortus* and *Oesophagostomum columbianum* as the dominant species. According to Brito-Gutteres, cattle carry *Haemonchus santomei* (1). The climate, although of equatorial type corresponding to the tropical rain forest zone, is variable due to altitude: from under 1500 mm to over 3000 mm rainfall is recorded per year in areas where domestic ruminants are bred. Very few publications are available on the digestive-tract strongyle infection of adult ruminants in the tropical rain forest zone. Moreover, the data were never treated as standard epidemiological data, and the relative importance of risk factors has not been evaluated accurately. The aim of the present work was to relate strongyle infection (assessed by fecal egg counts) in adult domestic ruminants to local climate, season and breeding management in the island of São Tomé.

■ MATERIALS AND METHODS

Sampled animals and sites

The studied animals were all adults. As breeding occurred throughout the year in all the sites, the influence of periparturient rise on fecal egg counts (6) was not taken into account. Twenty-two sites distributed in the island were investigated (figure 1). Climatic divisions, based on rainfall per year, were as follows: subarid (< 1500 mm), subhumid (1500-2000 mm), humid

1. Faculdade de Medicina Veterinária, Centro de Veterinária e Zootecnia (ICCT), Rua Prof. Cid dos Santos-Alto da Ajuda, 1300-477 Lisboa Codex, Portugal

2. Faculdade de Medicina Veterinária, Parasitologia, Rua Prof. Cid dos Santos-Alto da Ajuda, 1300-477 Lisboa Codex, Portugal

3. Inra, station de Pathologie aviaire et de parasitologie, 37380 Nouzilly, France

* Corresponding author: Fax: +33 (0)2 47 42 77 74; E-mail: cabaret@tours.inra.fr

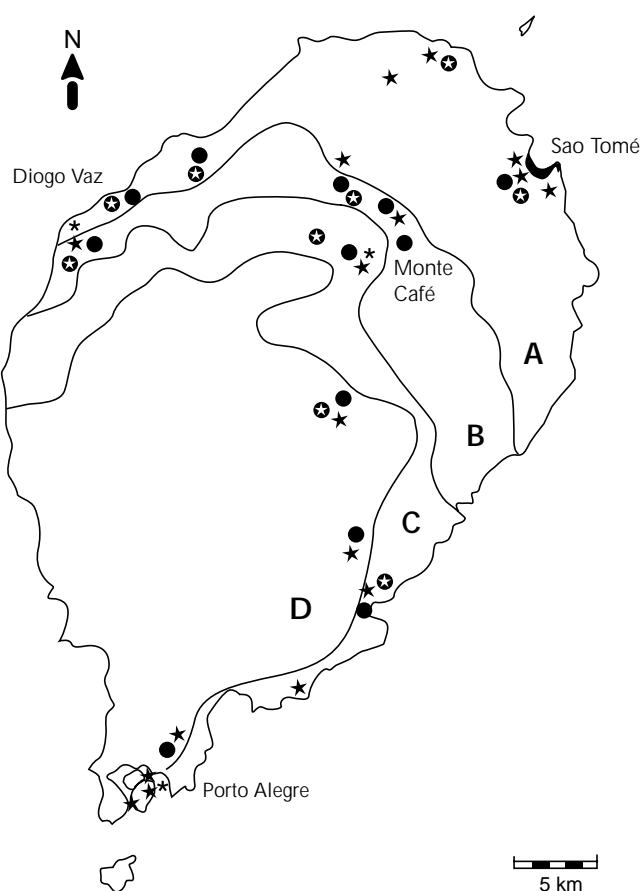


Figure 1: Sampling sites in São Tomé for cattle (●), sheep (⊕) and goats (★) in the four climatic areas (A = arid and subarid; B = subhumid; C = humid; D = very humid).

(2000-3000 mm), and very humid (> 3000 mm). Sample characteristics are presented in table I. In the extensive system, ruminants were grazed permanently on pastures, whereas in the so-called intensive breeding management they were kept indoors at night. Goats were also in some farms grazed individually (tethered with a rope) and moved regularly to new grazing areas, which might be considered as the most intensive management type.

Parasitological techniques

Fecal samples of three to five small ruminants were pooled per farm. Cattle samples were individual, so that for each farm cattle EPGs were estimated on several individual values in order to increase the accuracy of estimation, which is low in low infection. Feces were examined using the classical McMaster technique with sodium chloride as floatation liquid; fecal egg counts (FEC) were assessed (1 egg seen corresponded to 100 eggs per gram of feces). *H. santomei* was identified as *H. placei* based on data presented by Brito-Gutierrez (1).

Statistical analyses

FEC means and confidence intervals (CI; $P = 0.95$) were calculated using bootstrap resampling (2000 repeats) with the Simstat program (13) as their distribution did not follow a normal distribution. The epidemiological study was of the cross-sectional type as ruminants were sampled without beforehand considering parasite infection or exposure to environmental factors (mostly breeding management). In this type of study, only the odds ratio (OR) can be calculated as follows: $a*d/b*c$ (a: infected and exposed to the factor; b: not infected but exposed to the factor; c: infected and not exposed to the factor; d: not infected and not

Table I

Climate, season and breeding management in relation to eggs per gram (EPG) in feces of digestive-tract strongyles in cattle, sheep and goats of São Tomé

	Cattle			Sheep			Goats		
	EPG	CI*	PFS**	EPG	CI	PFS	EPG	CI	PFS
Climate in the area									
Subarid	33	5-70	21	950	626-1387	23	1607	630-2828	19
Subhumid	127	65-203	28	933	408-1531	13	513	371-600	7
Humid	114	45-180	21	448	220-720	10	675	442-965	26
Very humid	93	40-150	14	258	40-500	5	1605	325-3520	12
Season									
Rainy season 1993	40	12-72	35	777	452-1152	25	1354	563-2632	19
Dry season 1994	191	124-260	30	778	492-1176	23	494	327-689	37
Rainy season 1995	44	16-76	19	882	150-1700	3	2317	845-4259	22
Breeding management									
Extensive	76	48-105	77	804	561-1089	49	1515	861-2388	57
Kept indoors during the night	300	190-410	7	400	-	2	659	220-1360	5
Grazed individually and moved regularly to new grazing area	-	-	-	-	-	-	262	131-412	16

* Confidence interval at 95% based on 2000 resamplings; ** Number of pooled fecal samples; - = Does not exist in the host species

exposed to the factor). OR increases when factor influence on infection prevalence is high. OR calculation, significance (Mantel-Haenzel test) and confidence interval (Cornfield limits) ($P = 0.95$) were performed according to Kleinbaum *et al.* (11). Logistic regression (9) was also used when EPG was coded into binary values (lower vs. higher than median); the Wald chi-square test was used to select significant environmental variables.

■ RESULTS

Prevalence of infection and fecal egg counts

The prevalence was $43 \pm 11\%$, $86 \pm 10\%$ and $90 \pm 8\%$ in cattle, sheep and goats, respectively. Goats (EPG = 1207; CI 95% = 691-1820) had a higher EPG than sheep (EPG = 785; CI 95% = 501-987), mainly because a few goats were exceptionally highly infected. EPG was low in cattle (EPG = 95; bootstrap CI 95% = 67-125) (table I).

Univariate analysis of parasitic risk

The climate in the area did not seem to influence the infection intensity as assessed from EPGs (table II). Fluctuations recorded in table I did not lead to clear conclusions either. The highest cattle EPG was recorded during the dry season (table I). Extensive breeding management was associated with low EPG in cattle and high EPG in goats. No significant associations were found regarding sheep EPGs.

Multivariate analysis of parasitic risk

Logistic regression analysis was performed to determine which factors were independently associated with an increased or a reduced risk of digestive-tract strongyle high EPG (table III). The conclusions were substantially the same as those drawn from univariate analysis, except that local climate was found to modify the risk in cattle.

■ DISCUSSION

Factors influencing transmission and incidence of digestive-tract strongyle infection are well known. In areas with a short dry season, herbage infectivity occurs all the year round (12) and a very similar situation occurs probably in São Tomé. This could account for the limited differences recorded between seasons in small ruminants. The higher EPG of cattle during the dry season remains unexplained; it might be related with the modification of helminthic fauna (presence of species with higher prolificity).

The influence of local climate is fairly limited. All tropical rain forest areas are propitious for infection transmission (6), as rainfall over 1000 mm is largely sufficient for the development of infective larvae and even heavier rainfall will not induce better development. Similarly, there was no significant difference in cattle infection between several areas of Ethiopia located at various altitudes (7), or between two locations that had large but different rainfall in Zaire (4). The unfavorable effects of subaridity (poorer development of eggs into infective larvae?) or of too much humidity (larvae migrating into the soil and poor availability of these larvae for actual infection?) are not surprising, but they should occur in cattle (present results) and in small ruminant infections (where, conversely, no difference was evidenced). The

Table II

Univariate analysis of selected risk and reducing factors for digestive-tract strongyle egg excretion in ruminants of São Tomé

Factor	Cattle	Sheep	Goats
Climate in the area (4 climates from subarid to very humid)	NS	NS	NS
Season (dry vs. rainy)	7.6*(2.3-22.8)** (0.01)***	NS	NS
Extensive vs. non-extensive breeding management	0.11 (0.0-0.97) (0.02)	-	4.5 (1.4-15.1) (0.01)

* Odds ratio

** 95% confidence interval, Cornfield estimate

*** Probability obtained with Mantel-Haenzel test

Table III

Multivariate analysis of selected risk and reducing factors for digestive-tract strongyle egg excretion in ruminants of São Tomé

Factor	Cattle	Sheep	Goats
Climate in the area	3.9* (0.01)**	NS	NS
Season (dry vs. rainy)	6.2 (0.001)	NS	NS
Extensive vs. non-extensive breeding management	0.13 (0.02)	-	8.5 (0.04)

* Odds ratio

** Probability obtained using logistic regression and Wald statistics

behavior or requirements of larvae of cattle nematode species might differ from that of small ruminant nematode species, which could account for the observed differences between small ruminant and cattle infections.

Husbandry practices may profoundly modify the patterns of worm infection as shown in Nigeria (6). Intensively managed herds with high stocking rates and limited grazing areas are expected to be more infected than those grazing larger areas of pastures, which is the case in cattle (8). Conversely, intensive grazing results in lower infection in goats, which had been previously recorded under temperate climate (2). This is only an apparent contradiction with cattle data. Intensively grazed goats are the best cared for: they are moved to uninfected areas regularly (where they are tethered with a rope), whereas extensively bred goats are rather feral compared to domesticated goats. No conclusion could be drawn on sheep management and infection, as the sheep investigated were nearly all managed extensively.

Host species and age play a role in infection with digestive-tract strongyles. In Uganda cattle, infection is much higher in one-year-old calves than in over three-year-old cattle (14). Adult

animals, which were furthermore submitted to anthelmintic treatments, were sampled, which could explain the low infection recorded in the cattle of São Tomé. Infection prevalence in small ruminants was not much different from that recorded in similar zones (5, 6). Goats were slightly more infected than sheep as previously observed in Mozambique (15), but in contrast with findings in Zaire (5); breeding management could explain these discrepancies.

In the future, it would be interesting to identify the species of digestive-tract strongyles other than *Haemonchus* spp., probably the most prolific species, as this knowledge could help to interpret the fecal egg counts that were taken as an index of infection intensity.

Acknowledgments

The French-Portuguese Cooperation Project JNICT 050 P3 in 1996 funded visits (J. Cabaret and M.M. Afonso-Roque) in order to analyze the data. The Institute of Tropical Scientific Research of Lisboa and the Praxis program XXI funded the research in São Tomé (M.M. Afonso-Roque and L. Neto-Padre).

REFERENCES

- BRITO-GUTTERES J., 1949. *Haemonchus santomei* n. sp. parasite de la caillette du bœuf de S. Tomé. *Ann. Parasitol. Hum. comp.*, **24** : 93-96.
- CABARET J., GASNIER N., 1994. Farm history and breeding management influences on the intensity and specific diversity of nematode infection of dairy-goats. *Vet. Parasitol.*, **53**: 219-232.
- CABARET J., GASNIER N., JACQUIET PH., 1998. Fecal egg counts are representative of digestive-tract strongyle worm burdens in sheep and goats. *Parasite*, **5**: 137-142.
- CHARTIER C., BUSHU M., KAMWENGA D., 1991. Les dominantes du parasitisme helminthique chez les bovins en Ituri (Haut-Zaire). III. Répartition géographique et prévalence des principaux helminthes. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **44** : 61-68.
- CHARTIER C., BUSHU M., LUBINGO M., 1990. Principaux helminthes des petits ruminants en Ituri (Haut-Zaire). *Ann. Soc. belge. Méd. trop.*, **70** : 65-75.
- CHIEJINA S.N., 1986. The epizootiology and control of parasitic gastroenteritis of domesticated ruminants in Nigeria. *Helminth. Abst.*, **55**: 413-429.
- GRABER M., DELAVENAY R.P., GEBRENEGUS T., 1978. Inventaire parasitologique de l'Ethiopie : helminthes des zébus adultes de la région de Kofélé (Arussi). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **31** : 341-352.
- HANSEN J.W., NANSEN P., FOLDAGER P., 1981. The importance of stocking-rate to the uptake of gastrointestinal nematodes by grazing calves. In: Nansen P., Jorgensen R.J. Eds., Epidemiology and control of nematodiasis in cattle. *Curr. Top. vet. Med. Anim. Sci.*, **3**: 471-474.
- HOSMER D.W., LEMESHOW S., 1982. Applied logistic regression. New-York, NY, USA, Wiley & Sons.
- KATES K.C., 1950. Survival on pasture of free-living stages of some common nematodes of sheep. *Proc. Helm. Soc. Wash.*, **17**: 39-58.
- KLEINBAUM D.G., KUPPER L.L., MORGENSTERN H., 1982. Epidemiologic research. New-York, NY, USA, Van Nostrand Reinhold.
- OKON E.D., AKINPELU A.I., 1982. Development and survival of nematode larvae on pasture in Calabar, Nigeria. *Trop. Anim. Health Prod. Africa*, **28**: 155-158.
- PELADEAU N., LACOUTURE Y., 1993. Simstat: Bootstrap computer simulation and statistical program for IBM personal computers. *Behav. Res. Meth. Inst. Comp.*, **25**: 410-413.
- SAUVAGE J.P., BROWN J.R.H., PARKINSON J.G., ROSSITER P.B., MCGOVERN P.T., 1974. Helminthiasis in the Ankole district of Uganda. *Br. vet. J.*, **130**: 120-127.
- SPECHT E.J.K., 1982. Seasonal incidence of helminths in sheep and goats in south Mozambique. *Vet. Parasitol.*, **11**: 317-328.

Reçu le 28.10.1999, accepté le 24.11.2000

Résumé

Neto-Padre L., Afonso-Roque M.M., Fazendeiro I., Refega S., Cabaret J. Excrétion des œufs de strongles de l'appareil digestif chez les bovins, les ovins et les chèvres de l'île de São Tomé en fonction du climat local, de la saison et du mode d'élevage

Des échantillons fécaux individuels ont été prélevés chez 84 bovins. Des collectes d'échantillons groupés par ferme ont été réalisées dans 51 fermes ovines et 64 fermes caprines. La période d'échantillonnage correspond à la saison sèche de 1994 et aux saisons humides de 1993 et 1995 à São Tomé. Les hôtes adultes ont été prélevés au sein de quatre zones climatiques : subaride, subhumide, humide et très humide. Les excréments d'œufs de strongles, exprimés en œufs par gramme de fèces (opg) ont été mesurés. Le climat de la zone a joué un rôle uniquement sur les opg des bovins. L'élevage extensif a été associé à des opg faibles chez les bovins (peut-être en raison de la faible charge à l'hectare et de l'utilisation d'anthelminthiques). En revanche, des opg élevés ont été observés chez les chèvres. Aucun paramètre n'a pu être relié aux opg des ovins.

Mots-clés : Bovin - Ovin - Caprin - Strongylidae - Appareil digestif - São Tomé.

Resumen

Neto-Padre L., Afonso-Roque M.M., Fazendeiro I., Refega S., Cabaret J. Excreción de huevos de estróngilos del aparato digestivo de los bovinos, de los ovinos y de las cabras de la isla de San Tomé en función del clima local, de la estación y del tipo de crianza

Se tomaron muestras fecales individuales en 84 bovinos. Se llevaron a cabo colectas de muestras en grupo por finca, en 51 fincas de ovinos y en 64 fincas de caprinos. El período de muestreo corresponde a la estación seca de 1994 y a las estaciones húmedas de 1993 y de 1995 en San Tomé. Los huéspedes adultos fueron escogidos en cuatro zonas climáticas: sub árida, sub húmeda, húmeda y muy húmeda. Se midieron las excreciones de huevos de estróngilos, expresadas en huevos por gramo de heces (opg). El clima de la zona jugó un papel únicamente sobre las opg de los bovinos. La cría extensiva se asoció a opg bajas en los bovinos (quizás debido a la baja carga por hectárea y a la utilización de antihelmínticos). Por otro lado, en las cabras, se observaron opg altas. No se pudo relacionar ningún parámetro a las opg de los ovinos.

Palabras clave: Ganado bovino - Ovino - Caprino - Strongylidae - Sistema digestivo - São Tomé.

Prevalence of gastrointestinal parasites in young camels in Bahrain

M.I. Abubakr^{1*} M.N. Nayel¹
M.E. Fadlalla¹ A.O. Abdelrahman¹
S.A. Abuobeida¹ Y.M. Elgabara¹

Key words

Camelus dromedarius - Nematoda - Cestoda - Protoza - Infestation - Bahrain.

Summary

The prevalence of gastrointestinal parasites in young camels in Bahrain is reported for the first time. Six genera of parasites were found. The nematodes observed were *Haemonchus contortus* (36.47%), *Nematodirus spathiger* (30.59%) and *Trichuris* sp. (10.6%); the only cestode recorded was *Moniezia expansa* (2.4%). The incidence of *Eimeria dromedarii* was 20%. Single, double, triple and quadruple parasitic infestation occurred in 41.2, 33.5, 19.4 and 5.9% of the infected animals, respectively. *Balantidium coli*, a protozoan parasite, was occasionally seen in young camels suffering from diarrhea at the time of sampling.

■ INTRODUCTION

Camels are known to be susceptible to a wide variety of gastrointestinal helminths (1, 3, 5). Many authors reported in different parts of the world the prevalence in camels of various helminths (2, 3, 4, 7, 12, 13, 14, 15), of *Moniezia expansa* in particular (2, 3, 4, 7, 10, 14) and of *Eimeria dromedarii* (8, 9, 11, 16). To our knowledge, information specific to gastrointestinal parasites in young camels is scarce. This study is the first report of gastrointestinal parasites in young camels in Bahrain.

■ MATERIALS AND METHODS

Between January 1989 and December 1998, a total of 223 fecal samples collected from camel calves 1-18 months old and young camels 2-2.5 years old were examined. Fecal samples were randomly collected from 17 camel centers.

The fecal samples were directly collected from the rectum and examined using the ovassay technique for the presence of helminths and protozoan parasites. Approximately, two grams of

feces were mixed with sodium nitrate solution using a stirring rod. Additional sodium nitrate solution was added until a convex meniscus was formed in the device. A 22 mm² cover slip was left to float on the meniscus at least for 15 min. The cover slip was then lifted, placed on a microscope slide and systematically examined for the presence of parasitic eggs.

The number of eggs per gram (EPG) was calculated and the infection was graded as mild (50-400 EPG), moderate (400-1000 EPG) or heavy (1000-5000 EPG).

■ RESULTS

The prevalence of gastrointestinal parasites was high. Out of 223 fecal samples, 170 (76.2%) showed the presence of helminths and/or protozoan parasites. The prevalence rate of the helminth parasites *Haemonchus contortus*, *Nematodirus spathiger*, *Trichuris* sp. and *Moniezia expansa* was 36.5, 30.6, 10.6 and 2.4%, respectively, and that of *Eimeria dromedarii* was 20% (table I).

The infection was graded as mild in 52.4%, moderate in 27.7% and heavy in 20% of the infected camels (table II). Infections with one, two and three parasites (figures 1-7) were observed in 41.2, 33.5 and 19.4%, respectively, of the infected camels, while infection with four parasites was encountered in 5.9% of them. Table III shows different combinations of parasites. *Balantidium coli* was detected only in camels suffering from diarrhea at the time of sampling, but its rate was insignificant.

1. Veterinary Service Department, Amiri Court Laboratory, PO Box 28532, West Riffa, State of Bahrain

* Corresponding author

Work tel./fax: (0973) 750 715; Home tel.: (0973) 666 273

Table I

Prevalence of gastrointestinal parasites in young camels according to their sex and age during 1989-1998

Parasite	Male camel		Female camel		Total	%
	1-18 months	2-2,5 years	1-18 months	2-2,5 years		
<i>Haemonchus contortus</i>	7	8	7	40	62	36.5
<i>Nematodirus spathiger</i>	10	3	3	36	52	30.6
<i>Eimeria dromedarii</i>	6	5	4	19	34	20
<i>Trichuris</i> sp.	2	3	1	12	18	10.6
<i>Moniezia expansa</i>	0	1	1	2	4	2.4

Table II

Degree of internal parasitic infestation in young camels during 1989-1998

Parasite	Mild infestation		Moderate infestation		Heavy infestation		Total	
	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%
<i>Haemonchus contortus</i>	26	15.3	19	11.8	17	10	62	36.5
<i>Nematodirus spathiger</i>	24	14.1	16	9.4	12	7.1	52	30.6
<i>Eimeria dromedarii</i>	21	12.4	9	9.3	4	2.4	34	20
<i>Trichuris</i> sp.	17	10.0	1.0	0.6	0	0	18	10.6
<i>Moniezia expansa</i>	1.0	0.6	20	1.2	1.0	0.6	4	2.4
Total	89	52.4	47	27.7	30	20	170	100

Table III

Prevalence of different combinations of gastrointestinal parasites in young camels during 1989-1998

Type of infection	Parasite	Num. of cases	%	Total %
Single	<i>Haemonchus contortus</i>	32	18.80	41.20
	<i>Nematodirus spathiger</i>	20	11.80	
	<i>Eimeria dromedarii</i>	15	8.80	
	<i>Trichuris</i> sp.	1	0.60	
	<i>Moniezia expansa</i>	2	1.20	
Double	<i>Nematodirus spathiger</i> + <i>Eimeria dromedarii</i>	8	4.70	33.50
	<i>Haemonchus contortus</i> + <i>Eimeria dromedarii</i>	8	4.70	
	<i>Haemonchus contortus</i> + <i>Nematodirus spathiger</i>	2.5	14.70	
	<i>Haemonchus contortus</i> + <i>Trichuris</i> sp.	4	2.40	
	<i>Haemonchus contortus</i> + <i>Moniezia expansa</i>	4	2.40	
	<i>Eimeria dromedarii</i> + <i>Trichuris</i> sp.	4	2.40	
	<i>Nematodirus spathiger</i> + <i>Trichuris</i> sp.	2	1.10	
<i>Nematodirus spathiger</i> + <i>Moniezia expansa</i>	2	1.10		
Triple	<i>Haemonchus contortus</i> + <i>Nematodirus spathiger</i> + <i>Eimeria dromedarii</i>	9	5.30	19.40
	<i>Haemonchus contortus</i> + <i>Trichuris</i> sp. + <i>Eimeria dromedarii</i>	9	5.30	
	<i>Haemonchus contortus</i> + <i>Nematodirus spathiger</i> + <i>Trichuris</i> sp.	15	8.80	
Quadruple	<i>Haemonchus contortus</i> + <i>Nematodirus spathiger</i> + <i>Trichuris</i> sp. + <i>Eimeria dromedarii</i>	10	5.90	5.90
Total		170	100	100

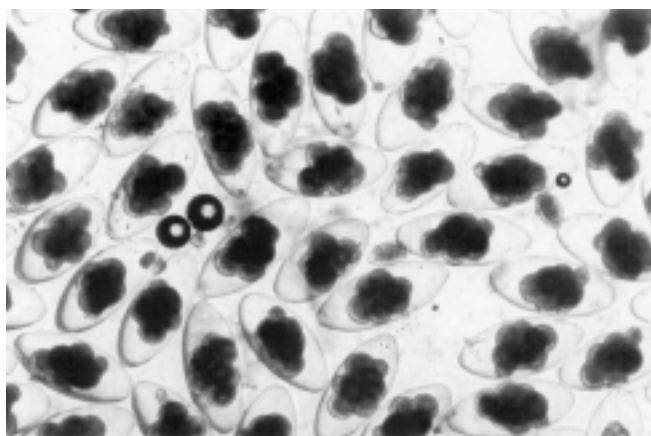


Figure 1: *Nematodirus spathiger* - heavy infection (x 100).



Figure 2: *Haemonchus contortus* - moderate infection (x 100).

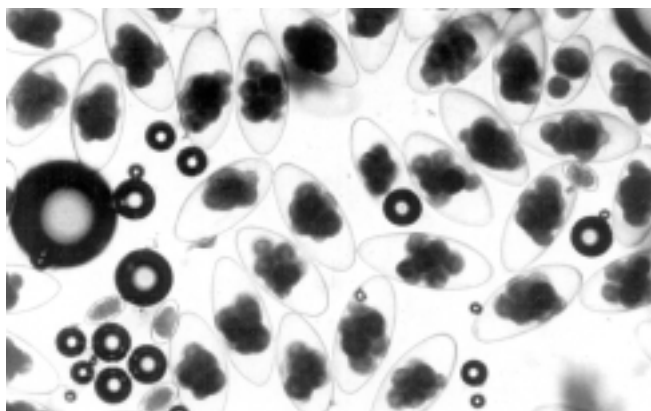


Figure 3: *Haemonchus contortus* and *Nematodirus spathiger* - mixed infection (x 100).

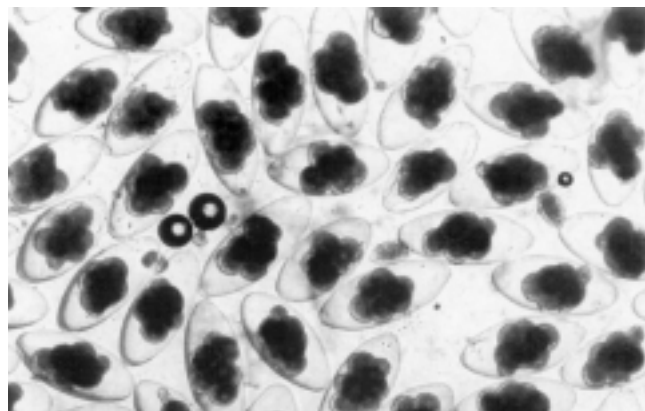


Figure 4: *Moniezia expansa* - heavy infection (x 100).

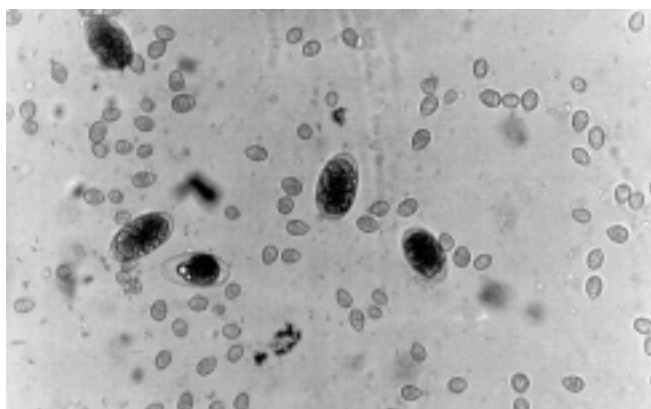


Figure 5: *Haemonchus contortus* and *Eimeria dromedarii* - mixed infection (x 100).

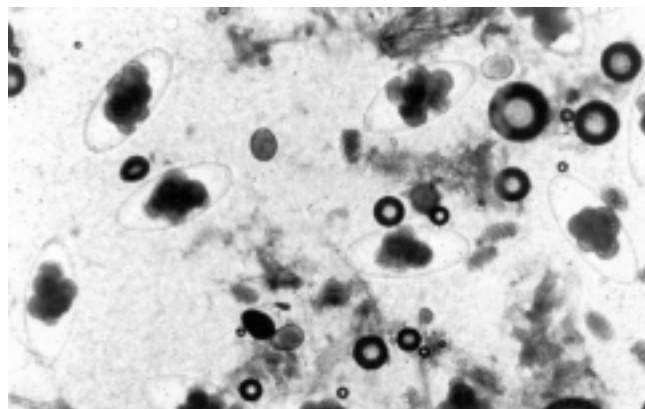


Figure 6: *Haemonchus contortus*, *Nematodirus spathiger* and *Eimeria dromedarii* - mixed infection (x 100).

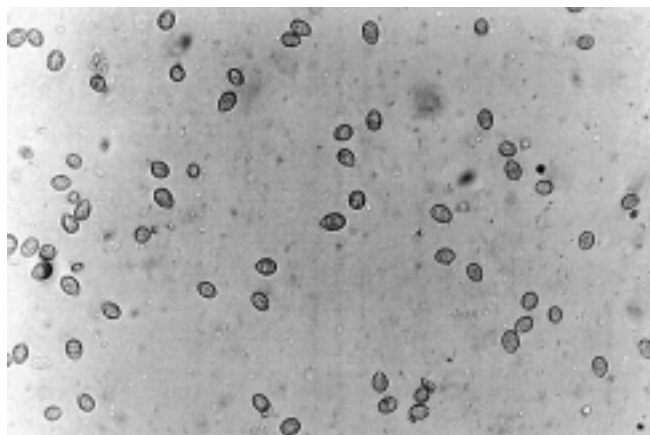


Figure 7: *Eimeria dromedarii* - heavy infection (x 100).

■ DISCUSSION

This study showed that young camels in Bahrain were highly infested with gastrointestinal parasites (76.2%). This is in agreement with the findings of Hayat *et al.* in Pakistan (7) and Sharrif *et al.* in Jordan (14) who reported incidence rates of 90 and 98% for gastrointestinal helminths in camels, respectively. The incidence rates of 41.2% in single infections and 33.5% in double infections were similar to those of 40-58.3% and 36.1-60% reported by Sharrif *et al.* for single and mixed infections, respectively (14). The prevalence of *Moniezia expansa* (2.4%) agrees with that recorded by Hayat *et al.* (3.3%) (7), and the prevalence of *Eimeria dromedarii* (20%) is close to those reported by Grill (24%) (6) and Kinne and Wernery (25%) (9). This result is a bit higher than that reported by Yagoub (17.4%) (16).

■ CONCLUSION

The ovassay floatation technique was found to be highly adapted to the detection of gastrointestinal and protozoan parasites in animal fecal samples. The high prevalence of gastrointestinal parasites in young camels in Bahrain can probably be attributed to the favorable warm and humid climate, and the use of infected animal manure as soil fertilizer. Regular drenching of camels with a broad-spectrum anthelmintic is recommended.

Acknowledgments

The authors wish to thank Mr. Q.Y. Ahmed for assistance with word processing.

REFERENCES

1. AL-ANI F.K., AL-ABASSIY S.N., AL-RUBBAY A., 1990. The camel, its management and disease. Iraq, Higher Education Press. Cited by Sharif *et al.*, ref. 14, below.
2. ANWAR M., 1987. A Study on the prevalence of gastrointestinal parasites of one-humped camels (*Camelus dromedarius*). MSc Thesis, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan.
3. EL-BAHARI S., 1985. Helminths of camel : a review. *Br. vet. J.*, **141**: 315-326.
4. EL-BAHARI S., KAWASMEH Z.A., 1980. Occurrence and seasonal variation of some gastrointestinal helminths of dromedary in Saudi Arabia. In: Proc. 4th Conference of Saudi Biological Society, Riyadh, Saudi Arabia, p. 297-304. Cited by Sharif *et al.*, ref. 14, below.
5. EL-BAHARI S., KAWASMEH Z.A., ASHOUR N.A., EL-NAIEM A.H., 1984. Experimental infection of sheep by the camel stomach worm *Haemonchus longistipes*. *Vet. Parasitol.*, **15**: 257-262.
6. GRILL H.S., 1976. Incidence of *Eimeria* and *Infundibulorium* in camel. *India vet. J.*, **53**: 897-898.
7. HAYAT C.S., HAYAT B., MAGBOOL A., BADAR N., HASHMI H.A., HUSANI I., 1998. Common gastrointestinal helminths of camel of Pakistan. *J. Camel Pract. Res.*, **5**: 251-254.
8. HUSSEIN H.S., KASIM A.A., AL-SHAWA Y.R., 1987. The prevalence of *Eimeria* infection in camels in Saudi Arabia. *J. comp. Pathol.*, **97**: 293-297.
9. KINNE J., WERNERY U., 1997. Severe outbreak of camel coccidiosis in the United Arab Emirates. *J. Camel Pract. Res.*, **4**: 261-265.
10. LODHA K.R., 1977. Study on the helminth parasites in camel in Rajasthan. ICAR Scheme 1973-1977. Final Report. Bikaner, India, College of Veterinary and Animal Sciences.
11. MAHMOUD O.M., HAROUN E.M., MAGZOUB M., OMER O.H., SULMAN A., 1998. Coccidial infection in camels of Gassim region, Central Saudi Arabia. *J. Camel Pract. Res.*, **5**: 257-260.
12. PARTANI A.K., KUMAR D., MANOHAR G.S., SHAN A.K., 1998. Clinical manifestation of natural infection with gastrointestinal nematodes in camel. *J. Camel Pract. Res.*, **5**: 255-256.
13. RICHARD D., 1989. L'hæmonchose du dromadaire. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **42** : 45-52.
14. SHARRIF., AL-QUDAH K.M., AL-ANI F.K., 1997. Prevalence of gastrointestinal helminths in one-humped camels (*Camelus dromedarius*) in Jordan. *J. Camel Pract. Res.*, **4**: 67-69.
15. TEMBELY S., DIARRA P.A., WAIGALSO Y., KOUMARE A., VASSILIADES G., 1992. Preliminary observations of the helminth parasites population of *dromedarii* in northern Mali. *J. vet. Parasitol.*, **44**: 339-342.
16. YAGOUB I.A., 1989. Coccidiosis in Sudanese camels (*Camelus dromedarius*). 1 - First record and description of *Eimeria* spp. harboured by camels in the eastern region of Sudan. *J. Protozool.*, **36**: 422-423.

Reçu le 06.04.2000, accepté le 24.04.2001

Résumé

Abubakr M.I., Nayel M.N., Fadlalla M.E., Abdelrahman A.O., Abuobeida S.A., Elgabara Y.M. Prévalence de parasites gastro-intestinaux chez le chameau au Bahreïn

La prévalence de parasites gastro-intestinaux chez le chameau est reportée pour la première fois au Bahreïn. La présence de six genres de parasites a pu être établie. Parmi eux se trouvaient les nématodes *Haemonchus contortus* (36,47 p. 100), *Nematodirus spathiger* (30,59 p. 100) et *Trichuris* sp. (10,6 p. 100) et un seul cestode, *Moniezia expansa* (2,4 p. 100). *Eimeria dromedarii* a également été observée avec une prévalence de 20 p. 100. Chez 41,2, 33,5, 19,4 et 5,9 p. 100 des animaux infestés respectivement un, deux, trois et quatre genres de parasites ont été trouvés. Le protozoaire *Balantidium coli* a occasionnellement été observé chez les chameaux affectés de diarrhées au moment du prélèvement.

Mots-clés : *Camelus dromedarius* - Nematoda - Cestoda - Protoza - Infestation - Bahreïn.

Resumen

Abubakr M.I., Nayel M.N., Fadlalla M.E., Abdelrahman A.O., Abuobeida S.A., Elgabara Y.M. Prevalencia de parásitos gastrointestinales en camellos jóvenes en Bahrein

Se reporta, por la primera vez, la prevalencia de parásitos gastrointestinales en camellos jóvenes en Bahrein. Los nemátodos observados fueron *Haemonchus contortus* (36,47 %), *Nematodirus spathiger* (30,59 %) y *Trichuris* sp. (10,6 %); el único cestodo encontrado fue *Moniezia expansa* (2,4 %). La incidencia de *Eimeria dromedarii* fue de 20 %. Se encontraron infestaciones parasitaria únicas, dobles, triples y cuádruples en 41,2, 33,5, 19,4 y 5,9 % de los animales infectados, respectivamente. El parásito protozoario, *Balantidium coli*, se observó ocasionalmente en los camellos jóvenes afectados de diarrea en el momento de la toma de muestras.

Palabras clave: *Camelus dromedarius* - Nematoda - Cestoda - Protoza - Infestación - Bahrein.

Une approche des coûts de production des semences fourragères dans la zone soudano-sahélienne du Cameroun

J. Onana ¹ S. Yonkeu ²

Mots-clés

Légumineuse fourragère - Production de semences - Zone soudano-sahélienne - Cameroun.

Résumé

Les coûts de production des semences de sept légumineuses fourragères ont été évalués en zone soudano-sahélienne du Cameroun. Ils étaient inférieurs à 1 000 FCFA/kg pour *Calopogonium mucunoides*, *Cajanus cajan*, *Desmodium distortum*, *Mucuna pruriens* et *Stylosanthes hamata* (1 FCFA = 0, 01 FF). La production de semences de *Centrosema pascuorum* et de *Macroptilium lathyroides*, avec des coûts respectifs de 1 890 et de 3 025 FCFA/kg, ne semble pas adaptée à la vulgarisation dans la zone de l'étude.

■ INTRODUCTION

Dans la province du Nord Cameroun, les pâturages naturels sont essentiellement composés de graminées et constituent encore la principale source de fourrage pour les herbivores domestiques. Leur valeur alimentaire varie cependant d'une région à l'autre en fonction de la composition floristique. Pendant la saison sèche, cette valeur alimentaire est presque nulle et les animaux ont alors recours à d'autres sources fourragères parmi lesquelles les légumineuses qui en général sèchent plus tardivement et conservent à l'état sec une valeur nutritive supérieure à celles des graminées. Elles peuvent d'ailleurs être stockées pour la saison sèche. Cette famille botanique est relativement peu abondante dans les pâturages de la zone de l'étude et les espèces spontanées sont peu productives d'où l'intérêt d'introduire les espèces exotiques. Des espèces herbacées ou ligneuses ont ainsi été introduites depuis 1984. En dehors de cet intérêt fourrager, certaines des légumineuses introduites à la Station de recherches zootechniques et vétérinaires de Garoua (1, 3, 5) sont utilisées à d'autres fins. Par exemple, *Mucuna pruriens*, à Sanguéré-Bamé, sert à lutter contre les adventices dans les vergers. Les graines de *Mucuna pruriens* sont torréfiées et consommées comme stimulant au même titre que le café dans de nombreuses localités (Mowo, Djalingo, Bamé). Les organismes de développement utilisent également ces plantes comme plantes de couverture afin de lutter contre l'érosion des sols et améliorer leur fertilité.

L'un des freins à une vulgarisation accrue des espèces fourragères prometteuses est le coût de production des semences qui demeure

élevé pour le paysan. Ces travaux ont été menés pour déterminer, dans des conditions proches de celles des exploitations paysannes, le coût de production des semences d'espèces qui intéressent le plus les paysans et les organismes de développement.

■ MATERIEL ET METHODES

Milieu de l'étude

L'étude a été menée en milieu paysan à Ouro-Labo II et à Sanguéré-Paul, deux villages situés près de la ville de Garoua, capitale de la province du Nord Cameroun. La zone géographique englobant ces deux sites est comprise entre 8°30' et 9° de latitude N et entre 13° et 14°05' de longitude E. Le climat est de type soudano-sahélien avec deux saisons de durée égale : une saison sèche de novembre à avril et une saison des pluies de mai à octobre. Les précipitations moyennes de 1990 à 1995 ont été de 950 mm. Les températures mensuelles moyennes ont varié entre 27 et 30 °C. Le mois le plus chaud a été avril (32 °C). Les principales activités économiques de la région sont l'élevage et l'agriculture. Malgré la diversité pédologique observée dans la région, les essais ont été menés sur sols ferrugineux, dans d'anciennes jachères arbustives à *Combretum collinum*. Ces sols couvrent la majeure partie du secteur phytogéographique soudano-sahélien au Cameroun.

Matériel végétal

Les espèces de l'étude étaient en observation en station depuis plusieurs années. La première partie des travaux a porté sur l'étude du comportement : adaptation au milieu, production potentielle de biomasse et leur utilisation par les animaux (1, 3, 4, 5). Elles se ressèment toutes naturellement chaque année. Le degré de

1. Institut de recherches agricoles pour le développement, Station polyvalente, BP 1073, Garoua, Cameroun

Tél. : +237 27 20 84 ; fax : +237 27 23 33 ou 23 37 ou 28 98

2. EIER, 03 BP 7023, Ouagadougou 03, Burkina-Faso

couverture initial est cependant variable suivant les espèces. Il est de l'ordre de 80 p. 100 pour *Calopogonium mucunoides*, *Stylosanthes hamata* et *Mucuna pruriens* ; de 40 à 60 p. 100 pour *Desmodium distortum* et *Macroptilium lathyroides* ; en général faible pour *Centrosema pascuorum* et *Cajanus cajan*. En outre quatre espèces ont une pérennité variant entre deux et quatre ans : *Cajanus cajan*, *Desmodium distortum*, *Macroptilium lathyroides* et *Stylosanthes hamata* alors que les quatre autres espèces se comportent en annuelles.

Des observations sur la phénologie des espèces ont été réalisées en complément aux études de comportement déjà disponibles (5). Ces observations ont porté sur :

- le mode de floraison (groupée ou étalée dans le temps) ;
- le changement de coloration des gousses en fonction de leur stade de développement.

Mise en place des espèces et collecte des données

L'essai a été mis en place en juillet 1994 chez cinq particuliers dont trois à Sanguéré-Paul et deux à Ouro-Labo II. La production de semences a été évaluée en fin de campagne (octobre 1994 à avril 1995 selon les espèces). Chaque paysan disposait d'une surface minimale de deux hectares sur laquelle a été installée chacune des huit accessions étudiées. La mise en place des parcelles expérimentales avait été précédée au cours de la campagne agricole 1993-1994 d'une phase de pré vulgarisation afin de montrer aux paysans l'intérêt des plantes utilisées et de les initier aux techniques de leur installation.

Les fiches techniques de vulgarisation sur lesquelles étaient mentionnés les itinéraires techniques de mise en place, d'entretien, les périodes d'apparition des différentes phases du cycle biologique ainsi que les techniques de récolte des graines des diverses espèces ont été remises aux paysans concernés par l'essai.

Le sol a été labouré avec des bœufs de trait. La mise en place des espèces a été faite selon deux modalités de semis au cours de la première semaine de juin, dès que les pluies étaient déjà bien installées :

- le semis en lignes espacées de 80 cm à des densités de 5 kg/ha de semences pour *Calopogonium mucunoides*, *Centrosema pascuorum*, *Desmodium distortum*, *Stylosanthes hamata* et *Macroptilium lathyroides* ;
- le semis en poquets de deux graines espacés de 100 x 100 cm pour *Cajanus cajan* (15 kg de semences/ha) et *Mucuna pruriens* (18 kg de semences/ha).

Deux sarclages ont été effectués pour entretenir les plantations après les semis. Dans la province, les coûts de sarclage étaient généralement négociables et obéissaient à la loi de l'offre et de la demande. Ils avoisinaient cependant au cours d'une saison agricole autour d'une moyenne qui, en 1995, était de 3 500 FCFA pour un quart d'hectare. Chaque sarclage nécessitait six journées de travail humain (jt) pour un quart d'hectare (1 jt = une journée de 8 heures consacrées à un travail agricole par un homme adulte et valide ou un actif agricole).

Les sols étant généralement déficients en phosphore, cet élément a été apporté quatre semaines après la levée sous forme de superphosphate triple à raison de quatre sacs de 50 kg/ha (la forme commercialisée sur le marché local était conditionnée à 46 p. 100 de surphosphate par unité de poids d'engrais).

Comme il s'agissait d'une production nouvelle non directement destinée à l'alimentation humaine, la démarche expérimentale énoncée ci-dessus visait principalement à se rapprocher des conditions culturelles du paysan moyen.

Des visites hebdomadaires sur le terrain permettaient de vérifier que les calendriers d'exécution des travaux étaient réalisés suivant les prescriptions des fiches techniques.

La quantité de semences produites sur toute la surface réelle d'un quart d'hectare en observation a été collectée manuellement puis pesée pour chaque espèce. Cette section du travail a nécessité 50 jt pour *Cajanus cajan*, 96 jt pour *Calopogonium mucunoides*, 80 jt pour *Centrosema pascuorum*, 50 jt pour *Desmodium distortum*, 72 jt pour *Macroptilium lathyroides*, 20 jt pour *Mucuna pruriens* et 72 jt pour *Stylosanthes hamata*.

Calcul du prix de revient des semences

Le prix de revient (Pv) des semences de chaque accession a été évalué en francs de la Communauté financière africaine par kilogramme produit à partir de la moyenne des productions des cinq parcelles expérimentales. Il comprenait :

- les frais communs (Fc) (en FCFA) qui étaient invariables quelle que soit la culture. Ils portaient sur la préparation du terrain (dessouchage, labour), le semis, le sarclage, et l'achat et l'épandage des engrais ;
- les frais spécifiques à chaque accession (Fs) (en FCFA) qui étaient variables et dépendaient étroitement de la production semencière de chaque accession. Ils comprenaient :
 - les frais des produits phytosanitaires au moment de la commercialisation ; 400 FCFA pour 40 g de Marshal 25 ST (un carbosulfan qui se présente sous forme de poudre sèche de couleur rouge), nécessaire au traitement de 50 kg de semences ;
 - les frais d'emballage qui dépendaient aussi du type de conditionnement sollicité par l'acheteur. Ils étaient de 40 FCFA pour un sac en plastique de 1 à 10 kg de semences, de 150 FCFA pour un sac en jute de 50 kg et de 300 FCFA pour un sac de 100 kg ;
 - les frais de main d'œuvre pour le conditionnement et la mise en sacs de semences ; 750 FCFA par sac de 100 kg, soit 7,5 FCFA/kg ;
 - les prix d'achat des semences de pré-base auprès des instituts de recherche et de leur récolte dans les parcelles de multiplication étaient, contrairement aux trois points précédents, étroitement liés à la taille des graines et au potentiel de production de chaque espèce.

Le prix de revient des semences était donc :

$$Pv \text{ (FCFA/kg)} = \frac{(Fc + Fs)/ha}{P \text{ (kg/ha)}}$$

Test de viabilité des semences

La qualité des semences produites a été évaluée par des tests classiques de germination. Cent graines ont été utilisées à cet effet pour chaque espèce. Pour les grosses graines (*Mucuna pruriens*), des petits bacs de germination remplis de sciure fine de menuiserie ont été utilisés ; pour les autres espèces à petites graines, des boîtes de Pétri avec des fonds recouverts de papier buvard ont été employés. Un arrosage journalier a été effectué pour entretenir l'humidité des semences.

■ RESULTATS

Phénologie des espèces

Les cycles phénologiques de la reproduction des espèces étudiées tels qu'ils ont été observés pendant trois ans d'études préliminaires en station et au cours des présents travaux sont résumés dans le tableau I. Ces résultats se rapportent aux semis effectués dans l'année.

Avec des resemis naturels des espèces étudiées, comme *Calopogonium mucunoides*, *Stylosanthes hamata*, ainsi qu'avec les rejets des espèces pérennes, comme *Macroptilium lathyroides*, qui ont souvent eu lieu dès l'arrivée des pluies parasites de la fin de la saison sèche, la phase de reproduction a débuté plus précocement après l'installation effective de la saison des pluies.

Plusieurs signes permettent de constater visuellement la maturation des fruits des différentes espèces :

- le noircissement des gousses chez *Mucuna pruriens* et *Macroptilium lathyroides* ;
- le blanchissement des gousses chez *Centrosema pascuorum* ;
- le jaunissement des gousses chez *Calopogonium mucunoides*.

On observe deux types de reproduction sexuée chez les espèces étudiées :

- la reproduction étalée. La floraison débute 11 à 12 semaines après la germination des graines et se poursuit pendant tout le reste de la saison des pluies. Elle se prolonge quelques semaines encore pendant la saison sèche alors que la récolte des fruits matures issus des premières fleurs a déjà commencé. C'est le cas chez *Centrosema pascuorum* et *Macroptilium lathyroides*. Si la première espèce n'est pas autochore, il n'en est pas de même pour la deuxième dont les gousses arrivées à maturité explosent et dispersent abondamment les graines. La récolte des gousses est faite tous les deux jours. La période de récolte est alors allongée entraînant une augmentation des frais relatifs à la récolte et donc des coûts de production des semences ;
- la reproduction groupée. La floraison débute 12 à 13 semaines après la germination, période pendant laquelle plus de 80 p. 100 des inflorescences sont formées. C'est le mode de reproduction chez *Mucuna pruriens* et *Calopogonium mucunoides*. Il permet de mieux organiser la récolte des semences sur un laps de temps assez court.

Production et prix de revient des semences

Les frais communs calculés au cours de l'essai pour la préparation d'un hectare ont été :

- 33 000 FCFA pour le dessouchage ;
- 18 000 FCFA pour le labour ;
- 2 000 FCFA pour le semis ;
- 28 000 FCFA pour deux sarclages ;
- 42 000 FCFA pour l'achat des engrais (10 500 FCFA/sac x 4 sacs) ;
- 6 000 FCFA pour l'épandage des engrais.

Le total des frais communs a été de 129 000 FCFA par hectare.

Les frais spécifiques sont rapportés dans le tableau II. Les prix de revient des semences conditionnées et prêtes à la vente des différentes accessions étudiées sont présentés dans le tableau III.

Il était important de noter que, dès la deuxième campagne de production semencière, les prix de revient étaient susceptibles d'être revus à la baisse à cause de la disparition de certains postes de dépense comme le dessouchage. Par ailleurs, pour les espèces qui se ressèment naturellement, comme *Calopogonium mucunoides*, *Stylosanthes hamata*, il n'était plus nécessaire d'acheter des semences, diminuant ainsi le prix de revient.

Les productions semencières obtenues dans la présente étude sont en accord avec les moyennes signalées dans la littérature (6), même si certains résultats sont loin des productions maximales annoncées. La qualité des semences déterminée par leur pouvoir germinatif montre que celles-ci répondent bien aux normes internationales de commercialisation (80-90 p. 100 de germination).

■ DISCUSSION ET CONCLUSION

Toutes les espèces concernées par ce travail sont en cours de vulgarisation à grande échelle dans la zone de l'étude pour leur usage multiple (fourrage, plante de couverture, plante nettoiyante, alimentaire). En 1995, 350 kg de *Calopogonium mucunoides*, 75 kg de *Stylosanthes hamata*, 90 kg de *Cajanus cajan* et 1 700 kg de *Mucuna pruriens* ont été vendus à l'Ondr au Tchad et à la Sodecoton au Cameroun par le Gic-Prosan (Groupes d'initiatives communes des Producteurs des semences agropastorales du Nord)

Tableau I

Phénologie habituelle de quelques légumineuses fourragères au Nord Cameroun

Espèces	Age (en semaines)		
	A la floraison	A la fructification	A la récolte des semences
<i>Cajanus cajan</i>	11	13-14	26-28
<i>Calopogonium mucunoides</i>	12-13	14-15	23
<i>Centrosema pascuorum</i>	12	15-16	24-26
<i>Desmodium distortum</i>	11-12	15	21-23
<i>Macroptilium lathyroides</i>	11	14-21	18-28
<i>Mucuna pruriens</i> var. <i>utilis</i>	12	15	23
<i>Mucuna pruriens</i> var. <i>cochinchinensis</i>	12	15	23
<i>Stylosanthes hamata</i>	12-14	15-16	28

Tableau II

Frais spécifiques de la production de semences de quelques espèces fourragères en zone soudano-sahélienne du Cameroun

Espèce	Récolte des semences (FCFA/ha)	Traitement phytosanitaire (FCFA/ha)	Emballage et mise en sacs (FCFA/ha)	Achat de semences (Campagne agricole 1994/1995)			Total des coûts spécifiques (FCFA/ha)
				Quantité (kg/ha)	Prix du kg (FCFA)	Coût total (FCFA/ha)	
<i>Cajanus cajan</i>	140 000	12 400	2 400	15	1 500	22 500	177 300
<i>Calopogonium mucunoides</i>	300 000	9 300	1 800	5	5 000	25 000	336 100
<i>Centrosema pascuorum</i>	140 000	2 480	480	5	7 500	37 500	180 460
<i>Desmodium distortum</i>	140 000	6 200	1 200	5	6 000	30 000	177 400
<i>Macroptilium lathyroides</i>	140 000	1 500	300	4	7 500	37 500	179 300
<i>Mucuna pruriens</i> var. <i>utilis</i>	140 000	21 700	4 200	18	3 000	54 000	219 900
<i>Mucuna pruriens</i> var. <i>cochinchinensis</i>	140 000	13 950	2 700	18	3 000	54 000	210 650
<i>Stylosanthes hamata</i>	200 000	6 200	1 200	5	5 000	25 000	232 400

Tableau III

Prix de revient des semences de quelques espèces fourragères en zone soudano-sahélienne du Cameroun

Espèce	Production (P en kg/ha)	% de germination (laboratoire)	Total des coûts spécifiques (Fs en FCFA/ha)	Prix de revient des semences (Pv en FCFA/kg)*
<i>Cajanus cajan</i>	800 ± 160	> 75	177 300	383
<i>Calopogonium mucunoides</i>	600 ± 65	> 90	336 100	775
<i>Centrosema pascuorum</i>	160 ± 10	> 80	180 460	1 933
<i>Desmodium distortum</i>	400 ± 35	> 80	177 400	766
<i>Macroptilium lathyroides</i>	100 ± 17	> 80	179 300	3 083
<i>Mucuna pruriens</i> var. <i>utilis</i>	1 400 ± 120	> 90	219 900	249
<i>Mucuna pruriens</i> var. <i>cochinchinensis</i>	900 ± 90	> 80	210 650	378
<i>Stylosanthes hamata</i>	400 ± 80	> 80	232 400	903

* Pv (FCFA/kg) = [(129 000 FCFA + Fs)/ha] x [P (kg/ha)]⁻¹

et par l'ex-station Irzv de Garoua. La contribution de l'ex-station Irzv dans ce marché a été respectivement de 15,40, 35,66, 93,88 et 32,50 p. 100 pour chacune de ces quatre espèces.

Les résultats obtenus au cours de cette étude montrent que l'activité de production de semences fourragères peut être rentable. On peut penser qu'au cours des prochaines années, le marché local pourrait être saturé si la production de semences était fortement vulgarisée en milieu paysan.

Parmi les espèces étudiées, les semences de *Mucuna pruriens* peuvent avoir d'autres débouchés. En effet, celles-ci sont très appréciées par les porcins (6) et les chèvres. La consommation des graines non traitées entraîne cependant des diarrhées et des vomissements sévères chez les porcins (2). Elles sont occasionnellement consommées par les paysans, mais, malgré les informations diffusées dans la littérature (7), la présence d'une substance antinutritionnelle, la L-dopa, dans les graines implique qu'il est indispensable de prendre des précautions lors de son utilisation. Une synthèse récente des travaux réalisés sur la toxicité de ces graines signale que cette substance est éliminée soit en faisant bouillir les graines pendant une à deux heures tout en remplaçant plusieurs fois l'eau de cuisson, soit en les torréfiant à feu doux. Les graines ainsi traitées sont sans danger pour l'homme et les porcins (2).

Des mesures réglementaires visant à promouvoir l'essor du monde rural à travers les activités agropastorales ont été mises en place par les pouvoirs publics. C'est le cas de la loi n° 992/006 du 14 août 1992 et de son décret d'application n° 92/455/PM du 23 novembre 1992 régissant la constitution des Gic. Ces dispositions réglementaires présentent l'avantage de favoriser la commercialisation hors taxes des productions par les organisations paysannes. C'est ainsi que fut créé le Gic-Prosan le 21 novembre 1996 à Garoua. Ce groupe qui est actuellement le seul légalement en activité dans le domaine des semences fourragères conditionne, puis commercialise les produits de ses membres. Les bénéfices sont répartis proportionnellement à l'investissement financier de chaque membre conformément aux statuts internes du Gic. Chaque groupe adoptant librement ses statuts, d'autres modes d'organisation de la commercialisation et de la production peuvent être définis.

Ces initiatives au niveau de la politique de libéralisation du secteur semencier, associées à la diversité agro-écologique du Cameroun, concourent actuellement à en faire un moteur potentiel en matière de production de semences pour la sous-région d'Afrique centrale.

Grâce au ministère de l'Agriculture (Minagri) et à celui de la Recherche scientifique et technique (Minrest), à travers le

Programme national de vulgarisation et de recherches agricoles (Pnvra), la diffusion à large échelle de ces légumineuses à usages multiples a débuté en 1998.

Les espèces dont les coûts de production des semences étaient inférieurs à 1 000 FCFA/kg pouvaient être considérées comme aptes à la vulgarisation dans la zone écologique si le paysan y trouvait son intérêt. En effet, plusieurs semences alimentaires comme celles du niébé avaient un prix de vente de près de 1 000 FCFA/kg qui ne décourageait pas les producteurs de les acheter. Des coûts de production plus élevés auraient été hors de portée des éleveurs moyens. Les autres espèces devaient faire l'objet d'essais de nouvelles techniques de multiplication afin d'aboutir à une baisse des coûts de production et de les rendre plus accessibles aux utilisateurs.

BIBLIOGRAPHIE

1. KLEIN H.D., 1994. Introduction des légumineuses dans la rotation céréale-cotonnier au Nord Cameroun : gestion et utilisation. Maisons-Alfort, France, Cirad-emvt, 184 p. + annexes.

2. LORENZETTI F., MACLSAAC S., ARNASON J.T., AWANG D.V.C., BUKLES D., 1998. The phytochemistry, toxicology, and food potential of Velvetbean (*Mucuna adans. spp.*, Fabaceae). In : Buckles D., Etéka A., Osina O., Galiba M., Galiano G. Eds, Plantes de couverture en Afrique de l'Ouest : Une contribution à l'agriculture durable. Ibadan, Nigeria, IITA, p. 67-84.

3. ONANA J., 1994. Quatre années d'essais sur les espèces fourragères exotiques en zone soudanienne du Cameroun (1984-1987). Rapport technique n° 2. Garoua, Cameroun, Srzv/section Agrostologie, 5 p. + annexes.

4. ONANA J., 1994. Les ressources fourragères du Nord Cameroun : diversité, gestion et conservation. In : Acte du colloque national sur la conservation et l'utilisation des ressources phylogénétiques, Yaoundé, Cameroun, 23-25 mars 1994. Yaoundé, Cameroun, Minrest, p. 166-180.

5. ONANA J., YONKEU S., 1994. Adaptation au milieu de quelques espèces exotiques introduites à Garoua entre 1984 et 1987. *Revue sci. Dév.*, 3 : 71-78.

6. PUGLIESE P.L., 1984. Les graines de légumineuses d'origine tropicale en alimentation animale. Maisons-Alfort, France, Iemvt, 186 p.

7. VERSTEEG M.N., 1994. Report of a farmer participatory trip to Ghana to obtain knowledge of how and to what extent *Mucuna* is eaten in Ghanaian households. Benin, INRA, 6 p.

Accepté le 01.02.2001

Summary

Onana J., Yonkeu S. Forage seed production in the Sudano-Sahelian zone of Cameroon

Seed production costs of seven forage legumes were evaluated in the Sudano-Sahelian region of Cameroon. They were under 1000 FCFA/kg for *Calopogonium mucunoides*, *Cajanus cajan*, *Desmodium distortum*, *Mucuna pruriens* and *Stylosanthes hamata*. Production costs of 1890 and 3025 FCFA/kg for *Centrosema pascuorum* and *Macroptilium lathyroides*, respectively, did not appear attractive for the study area.

Key words: Feed legume - Seed production - Sudano-Sahelian region - Cameroon.

Resumen

Onana J., Yonkeu S. Un enfoque de los costos de producción de semillas forrajeras en la zona sudano sahariana de Camerún

Se evaluaron los costos de producción de semillas de siete leguminosas forrajeras en la zona sudano sahariana de Camerún. Fueron inferiores a 1000 FCFA/kg para *Calopogonium mucunoides*, *Cajanus cajan*, *Desmodium distortum*, *Mucuna pruriens* y *Stylosantes hamata* (1 FCFA = 0,01 FF). La producción de semillas de *Centrosema pascuorum* y de *Macroptilium lathyroides*, con costos respectivos de 1890 y de 3025 FCFA/kg, no parece adaptada a la popularización en la zona estudiada.

Palabras clave: Leguminosa forrajera - Producción de semillas - Region Sudano-Saheliana - Camerún.

Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest

M. Arbonnier

□ En Europe, les utilisateurs de la botanique, spécialistes ou amateurs, disposent de nombreux ouvrages scientifiques ou de vulgarisation permettant la détermination des plantes. Il n'en est pas de même au Sahel où très peu d'ouvrages portant sur la flore d'un pays ont paru, en dehors du Sénégal et de la Mauritanie et des ouvrages destinés aux spécialistes seuls, et à l'exception du manuel de von Maydell (2), très apprécié auprès des amateurs en particulier. Par ailleurs, même si la flore d'un pays est bien documentée, elle ne permet pas la détermination de toutes les espèces des autres pays dans la zone climatique. En Afrique de l'Ouest, le seul ouvrage général sur la flore est celui de Hutchinson et Dalziel (1), mais il est en anglais, ses clés sont allusives et son iconographie est peu abondante.

Mais pourquoi déterminer les plantes avec précision ? L'aménageur va se référer à des plantes indicatrices des conditions de milieu, l'éleveur et le zootechnicien vont s'intéresser à la composition des plantes broutées, l'agronome étudiera le comportement des mauvaises herbes, le pharmacien recherchera les espèces comportant des molécules actives, le forestier différenciera les essences dont les usages et les caractères technologiques varient.

En milieu sahélien, il est essentiel de reconnaître les arbres et les arbustes, notamment pour ne proposer au bétail

que ce qui lui convient ou pour doser les charges, mais ces connaissances traditionnelles se perdent avec la disparition des plus vieux et le déplacement des populations.

Le livre de Michel Arbonnier vient combler un vide car, s'il existe déjà des ouvrages sur les arbres du Sahel, ils sont en anglais ou déjà un peu anciens et sans modes de détermination. L'auteur apporte des éléments que personne avant lui n'avait proposés.

Il y a d'abord des clés. Non pas des clés pour des théoriciens, mais des clés pratiques uniquement construites sur des caractères simples et faciles à observer. Pour cela, l'ouvrage comporte un lexique qui se distingue des lexiques traditionnels sur la flore par des planches de dessins schématiques et très clairs.

Les quatre clés permettent la détermination à partir des feuilles, des fleurs, des fruits ou des épines lorsqu'il y en a. Ces clés sont rapidement accessibles grâce à un code de couleurs pour chacune d'elles visible sur la tranche du livre. A chaque niveau, les indications données sont courtes et précises. Pour mieux illustrer ces clés, un extrait est présenté dans l'encadré ci-dessous.

Dans la marge de droite, un schéma (en couleurs dans les clés des fleurs et des fruits) rappelle l'allure des éléments utilisés pour la détermination. Tout cela est simple, pratique, organisé de manière synthétique et rigoureuse et a été longuement testé par l'auteur, notamment au Burkina Faso.

La majeure partie de l'ouvrage est consacrée à de courtes monographies des 360 espèces ligneuses répertoriées. Après une brève synonymie (trop brève à mon avis), sont présentés sur une vingtaine de lignes le port général, l'écorce, les rameaux, les feuilles, les pétioles, la nervation, les fleurs et les fruits. Les paragraphes suivants traitent de la floraison, de l'habitat, de la répartition et de l'utilisation des divers éléments de la plante. Ces textes occupent la moitié interne de la page ; l'autre moitié est illustrée par trois à quatre excellentes photos en couleurs sur les éléments principaux de la plante traitée (fleur, fruit, écorce, feuille ou parfois port général).

Dans cet ouvrage, les descriptions sont plus précises et plus largement illustrées que toutes les autres publications qui ont paru dans ce domaine. Ce manuel devrait représenter un outil de références essentiel pour les forestiers, les écologues et les amateurs malgré son prix un peu élevé.

Il n'est toutefois pas exempt de défauts. Dans le chapitre « zones sèches de l'Afrique de l'Ouest », la carte des biochores est médiocre et les références qui l'accompagnent inutiles. Il est indiqué à la page 15 que le climat saharien est limité par l'isohyète annuelle de 300 mm ; les spécialistes du Sahara considèrent que « la limite méridionale du Sahara... est essentiellement liée à... une pluviosité régulière supérieure à 100 mm ». Il est clair que si le seuil passe de 100 à 300 mm l'étendue du désert augmente sensiblement ! Enfin, pourquoi caractériser les biochores par un tableau de 1950, alors que le climat est censé se modifier depuis 30 ans ? Un des tableaux aurait pu être complété, car les températures « non communiquées » se trouvent dans les livres de géographie des lycéens ! En ce qui concerne la partie botanique, on peut regretter que le port général n'ait pas fait l'objet d'une représentation systématique ; c'est tout de même la première chose que l'on voit.

Bien entendu, ces quelques reproches n'enlèvent rien à la richesse de cet ouvrage qui mérite d'être le vade-mecum du botaniste tropical.

Une dernière question : ces botanistes auront-ils la possibilité de consulter les milliers de clichés non-publiés ?

Philippe DAGET
Cnrs/Cirad-emvt

1. Hutchinson J., Dalziel J.M.; Part 1, 1954; Part 2, 1958. Flora of West tropical Africa. London, UK, Crown Agents for Overseas Governments and Administrations.

2. Maydell von H.J., 1983. Arbres et arbustes du Sahel. Eschborn, Allemagne, GTZ.

M. Arbonnier, 2000. Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest, 542 p. Editeurs : Cirad/Mnhn/Uicn ; 500 FF ou 76,22 €

Cirad - ISBN : 2-87614-431-X ; librairie@cirad.fr

Mnhn - ISBN : 2-85653-530-5 ; dhenry@mnhn.fr



Extrait de la page 53

1 Rameaux portant des bourrelets cicatriciels entre les feuilles	2		
2 Arbuste épineux		<i>Strychnos spinosa</i> *	
2 Arbuste sans épines	3		
3 Feuilles glabres ou pubescentes		<i>Strychnos innocua</i>	
3 Feuilles scabres sur les deux faces		<i>Ficus capraeifolia</i> °	

Mesure de la valeur alimentaire de fourrages et de sous-produits utilisés dans l'alimentation des petits ruminants

H. Nantoumé ^{1*} A. Kouriba ¹
D. Togola ² B. Ouologuem ²

Mots-clés

Ovin - Caprin - *Schoenefeldia gracilis* - *Schizachyrium exile* - *Sorghum bicolor* - *Zea mays* - *Pennisetum typhoides* - *Arachis hypogea* - *Lablab purpureus* - Ingestion de substances nutritives - Digestibilité - Valeur énergétique - Valeur nutritive.

Résumé

Les valeurs alimentaires de six fourrages disponibles localement ont été déterminées lors de deux essais de digestibilité à l'aide des moutons Toronké. Le premier essai a porté sur la paille de brousse (PB) et la paille de sorgho (PS). Les ingestions de PB et de PS ont respectivement été de 62 et 51 g de matière sèche (MS) par kilogramme P^{0,75}. Les valeurs énergétiques ont été de 0,71 et 0,60 UFL/kg de MS respectivement pour la PB et les PS. Les teneurs en matières azotées digestibles (MAD) ont été de 3 et 1 g/kg de MS respectivement pour la PB et la PS. Si les valeurs énergétiques ont été assez bonnes, les valeurs azotées ont été très faibles ; elles représentent une contrainte majeure des productions animales au Mali. Le deuxième essai a porté sur la fane d'arachide (FA), la fane de dolique (FD), les pailles de maïs (PM) et de mil (PL). Les ingestions ont été de 97, 99, 40 et 35 g MS/kg P^{0,75} respectivement pour les FA, FD, PM et PL. Les digestibilités des nutriments ont été plus élevées dans les fanes que dans les pailles, excepté celle de la cellulose brute. Les teneurs en MAD des pailles ont été négatives. Celles des fanes ont été de 67 et 58 g/kg MS respectivement pour la FA et la FD. Les valeurs énergétiques des aliments ont été de 0,76, 0,63, 0,50 et 0,42 UFL/kg de MS respectivement pour la FA, la FD, la PM et la PL. Les pailles ont eu une valeur énergétique peu élevée et une valeur azotée nulle. Les fanes riches en matières azotées totales, de digestibilité et d'ingestibilité élevées, peuvent contribuer à l'amélioration de la valeur alimentaire des pailles de céréales par une supplémentation appropriée.

■ INTRODUCTION

L'élevage en zone semi-aride en général, et dans la région de Kayes en particulier, connaît des contraintes qui se traduisent par une faible productivité des troupeaux. Parmi celles-ci, l'alimentation apparaît comme la contrainte majeure au développement des productions animales au Mali. Si de nombreuses études ont été

réalisées de par le monde sur les fourrages tropicaux (9, 15, 16), au Mali, les caractéristiques des valeurs alimentaires (composition chimique, digestibilité, ingestibilité) des fourrages locaux ont été peu étudiées. Référence est faite aux tables étrangères, anciennes et/ou inadaptées aux fourrages locaux. Pourtant, la connaissance de la valeur alimentaire des fourrages est très importante et permettrait de déterminer la supplémentation adéquate à apporter aux animaux qui les consomment, suivant le type d'animal et les performances envisagées.

Les essais rapportés ci-dessous ont pour objectifs de déterminer et de comparer la composition chimique, l'ingestibilité, les valeurs énergétique et azotée de la paille de brousse, des pailles de céréales (sorgho, maïs, mil) et des fanes de légumineuses (arachide et dolique) distribuées seules à des moutons.

1. Centre régional de recherche agronomique de Samé, BP 281 Kayes, République du Mali

2. Centre régional de recherche agronomique de Sotuba, BP 262 Bamako, Mali

* Auteur pour la correspondance

Tél. : +223 52 16 62 ; fax : +223 52 19 18 ; E-mail : hamidou.nantoume@ier.ml

■ MATERIEL ET METHODES

Localisation des essais

Les essais ont été conduits à la station de recherches zootechniques du Toronké à Kayes, dans la zone semi-aride du Mali. Les précipitations moyennes annuelles sont de 400 à 600 mm. La zone présente des pâturages naturels constitués principalement de graminées, base de l'alimentation du bétail. Les activités principales sont l'agriculture et l'élevage. Les principales cultures sont le sorgho, le maïs, le mil, l'arachide dont les résidus et sous-produits peuvent contribuer à l'alimentation des animaux.

Animaux, aliments et modèle expérimental

Premier essai

Quatre béliers castrés de race Toronké ont été utilisés. Ces animaux, âgés de 18 à 20 mois et pesant $34,7 \pm 1,5$ kg ont été vaccinés, déparasités, puis logés individuellement dans des cages de digestibilité. Les aliments étudiés ont été la paille de brousse (essentiellement composée de *Schoenefeldia gracilis* et de *Schizachyrium exile*) et la paille de sorgho local (*Sorghum bicolor*). Pendant la majeure partie de la saison sèche (décembre à juin), des quantités importantes de paille de brousse collectées aux alentours de la ville ont été stockées et vendues sur les deux rives du fleuve Sénégal dans la ville de Kayes. La paille de brousse a été achetée au point de vente du foin et la paille de sorgho a été collectée dans les exploitations agricoles locales. Les fourrages ont été hachés en brins d'environ 5 cm.

Une pierre à lécher Knz* rouge a été utilisée comme complément minéral et vitaminique. L'eau et la pierre à lécher ont été disponibles en permanence.

Les quatre moutons ont été utilisés dans un dispositif avec inversion : deux moutons ont reçu la paille de brousse et les deux autres la paille de sorgho durant la première période. Lors de la deuxième période, les aliments reçus par les animaux ont été permutés.

Deuxième essai

Quatre béliers castrés de race Toronké ont été utilisés. Ces moutons, âgés de 18 à 20 mois, pesant $26,8 \pm 2,2$ kg ont été vaccinés, déparasités, traités au trypanocide puis logés individuellement dans des cages de digestibilité. Quatre aliments, la paille de maïs (*Zea mays*), la paille de mil (*Pennisetum typhoides*), la fane d'arachide (*Arachis hypogea*) et la fane de dolique (*Lablab purpureus*), ont été distribués. La pierre à lécher Knz rouge a été utilisée comme dans le premier essai. L'eau et la pierre à lécher ont été disponibles en permanence.

Les quatre moutons ont été utilisés dans un dispositif en carré latin. Il a consisté à alimenter chaque mouton avec un aliment pendant une période de sorte qu'au bout de quatre périodes chaque animal a reçu tous les aliments. La séparation des moyennes a été faite par la méthode de la plus petite différence significative (Ppds).

Mesures

Chaque période a été divisée en trois phases : adaptation (14 jours), mesure d'ingestion (7 jours) et collecte totale des fèces (6 jours). Tous les fourrages ont été distribués en deux repas (08h00

et 18h00). Un taux de refus de 15 p. 100 a été appliqué pendant la mesure d'ingestion volontaire. Pendant la période de collecte des fèces, une quantité constante correspondant à l'ingestion moyenne de la période précédente augmentée des refus a été offerte.

Les fèces ont été collectées deux fois par jour (08h00 et 17h30) à l'aide de sacs maintenus par des bretelles attachées à deux sangles. Les ingestions d'aliments ont été déterminées en pesant les quantités offertes et les refus. Les échantillons d'aliments et de fèces ont été analysés pour déterminer les teneurs en matière sèche (MS), cendres, matières azotées totales ($N \times 6,25$), cellulose brute et constituants pariétaux (NDF, ADF, ADL). L'énergie brute (EB) et l'énergie digestible (ED) ont été calculées à partir des équations établies par Richard et coll. (16). L'EB (en kcal/kg de matière organique) a été calculée à partir de la relation $Y = 4516 + \Delta + 1,646 \text{ MAT}$ dans laquelle Δ est égal à +70 pour la paille de brousse, +29 pour les pailles de sorgho, de maïs et de mil et -39 pour les fanes d'arachide et de dolique ; les MAT représentent les matières azotées totales (en g/kg de matière organique). L'énergie digestible a été calculée par la relation $ED = EB (1,055 \text{ dMO} - 6,833)$ (16). L'énergie métabolisable (EM), l'énergie nette lait (ENL), l'unité fourragère lait (UFL) et la teneur en matières azotées digestibles (MAD) ont été calculées à partir des équations établies par Andrieu et Demarquilly (1).

Les données sur l'ingestion de MS et les digestibilités des éléments des deux aliments ont été traitées par analyse de variance du dispositif avec permutation des objets.

■ RESULTATS ET DISCUSSION

Composition chimique

La composition chimique des fourrages est présentée dans le tableau I. Les teneurs en MO des pailles de brousse et de céréales sont peu différentes, à l'exception de la paille de mil qui a une teneur élevée en cendres. Les teneurs en MAT de ces pailles sont faibles, ne dépassant pas 40 g/kg MS. Une de ces teneurs est légèrement supérieure à celle rapportée par Doumbia et Sissoko (5) : 23 g pour la paille de brousse. Elles sont voisines de celles rapportées par Richard et coll. (16), soit respectivement 31, 34, 40 et 60 g/kg MS pour la paille de brousse sur pied en saison sèche chaude et les pailles de sorgho, de maïs et de mil. Il en est de même pour d'autres données de la littérature (6, 17, 19). Elle est inférieure à celle trouvée par Mosimanyana et Kiflawahid (12) pour la paille de sorgho (56 g).

Les teneurs en cellulose brute et en constituants pariétaux sont toujours élevées et correspondent aux résultats de divers auteurs (13, 14, 16).

Les compositions chimiques des fanes d'arachide et de dolique montrent des teneurs en MAT plus élevées que dans les pailles. Des résultats similaires ont été obtenus par d'autres chercheurs. Des teneurs en MAT de 109 à 116 g/kg MS et de 86 à 132 g/kg MS sont rapportées pour la fane d'arachide respectivement par Dzwela (6) et Rivière (17). Une teneur moyenne de 107 g de MAT/kg MS pour la fane d'arachide est rapportée par Richard et coll. (16). Des teneurs en MAT atteignant 195 g/kg MS sont rapportées pour les feuilles de dolique (11).

Les teneurs en cellulose brute des fanes de légumineuses (367 et 375 g/kg MS) sont moins élevées que dans les pailles de céréales et sont proches de celles rapportées par Richard et coll. (16).

Ces résultats d'analyses chimiques mettent en évidence l'avantage nutritionnel des fanes sur les pailles.

* Composition : P = 11 p. 100 ; Mg = 1,26 p. 100 ; NaCl = 41,7 p. 100 ; Ca = 9,0 p. 100 ; Fe = 1,0 p. 100 ; Co = 100 mg/kg ; I = 200 mg/kg ; Mn = 1200 mg/kg ; Cu = 450 mg/kg ; vitamine A = 140 000 UI/kg ; vitamine D3 = 28 000 UI/kg ; vitamine E = 50 UI/kg

Tableau I

Teneur en matière sèche et composition chimique des fourrages utilisés dans les deux essais

Éléments	Paille de brousse	Pailles de céréales			Fanés de légumineuses	
		Sorgho	Maïs	Mil	Arachide	Dolique
Matière sèche (g/kg brut)	936	919	899	891	862	863
Cendres (g/kg MS)	90	103	80	157	103	127
Matière organique (g/kg MS)	910	897	920	843	897	873
Matières azotées totales (g/kg MS)	31	33	22	39	111	119
Cellulose brute (g/kg MS)	394	455	418	458	375	367
Neutral detergent fiber (g/kg MS)	812	722				
Acid detergent fiber (g/kg MS)	464	593				
Calcium (g/kg MS)			2,9	2,1	7,4	8,5
Phosphore (g/kg MS)			0,7	2,2	1,2	1,9

Valeur alimentaire des fourrages de l'essai 1

Les ingestibilités, les coefficients de digestibilité et les valeurs énergétique et azotée de la paille de brousse et de la paille de sorgho sont présentés au tableau II. Les quantités de MS volontairement ingérées ne sont pas significativement différentes ($p > 0,05$) entre les deux fourrages. Lors de l'utilisation des pâturages naturels et des terroirs à mil et à riz par les ovins, une ingestion de 68 g de MS/kg $P^{0,75}$ est rapportée par Dicko (4). Ce résultat est comparable à l'ingestion de la paille de brousse (62 g de MS/kg $P^{0,75}$), mais supérieur à celle de la paille de sorgho (51 g de MS/kg $P^{0,75}$). Les résultats de cette étude sont supérieurs à ceux de Richard et coll. (16) qui rapportent 46 et 39 g de MS/kg $P^{0,75}$ respectivement pour la paille de brousse et la paille de sorgho. L'ingestion moyenne de MS de la paille de brousse rapportée par Kassambara (42 à 57 de MS/kg $P^{0,75}$) (8) est comparable aux présents résultats.

Les digestibilités des matières sèches (dMS) et organique et des différents constituants de la paille de brousse et de la paille de sorgho ne sont pas significativement différentes ($p > 0,05$). Ces résultats sont en accord avec ceux de la littérature pour la MS. Dicko (3) rapporte une dMS de 45 à 50 p. 100 pour la paille entière de sorgho. Avec des ovins alimentés sur des pâturages naturels et des terroirs à mil et à riz, Dicko (4) trouve une dMS de 55 p. 100. Bacayoko (2) obtient une dMS de 43 et de 51 p. 100 respectivement pour le *Penisetum pedicellatum* et l'*Andropogon gayanus*. Pour la paille de sorgho, des dMS de 52 à 54 p. 100 sont rapportées (10, 13). Pour la digestibilité de la MO (dMO), des dMO plus faibles (48 et 47 p. 100 respectivement pour la paille de brousse et la paille de sorgho) sont trouvées par Richard et coll. (16). De même, une dMO plus faible (40 p. 100) est obtenue pour la paille de sorgho (12).

Il n'y a pas de différence ($p > 0,05$) entre les digestibilités de la cellulose brute (dCB) de la paille de brousse et de la paille de sorgho (68 contre 66 p. 100). Ces résultats sont en accord avec ceux d'Olayiwole et Olorunju (13) qui rapportent une dCB de 67 p. 100 pour la paille de sorgho mais supérieurs à ceux de Richard et coll. (57 et 52 p. 100 respectivement pour la paille de brousse et la paille de sorgho) (16).

Les digestibilités du NDF (dNDF) de la paille de brousse (64 p. 100) et de la paille de sorgho (62,5 p. 100) ne sont pas significativement différentes ($p > 0,05$). Reed et coll. (14) ont rapporté des dNDF de 57 à 62, de 43 à 57, de 53 à 57 p. 100 respectivement pour les limbes, les graines et les tiges de sorgho. Une dNDF plus

faible (46 p. 100) a été trouvée par Richard et coll. (16) pour la paille de sorgho.

Il n'y a pas de différence ($p > 0,05$) entre les digestibilités de l'ADF (dADF) de la paille de brousse et de la paille de sorgho (63 contre 64 p. 100). Ces valeurs sont supérieures à celles trouvées par Richard et coll. (16) qui rapportent des dADF de 51 et 44 p. 100 respectivement pour la paille de brousse et la paille de sorgho.

Les digestibilités des MAT (dMAT) de la paille de sorgho (2 p. 100) et de la paille de brousse (9 p. 100) ne sont pas significativement différentes ($p > 0,05$) compte tenu de l'écart-type élevé des deux mesures. Des dMAT nulles (paille de sorgho) et faibles à négatives (paille de brousse) sont trouvées par Richard et coll. (16).

Tableau II

Ingestibilités, coefficients de digestibilité et valeurs énergétique et azotée des fourrages étudiés lors de l'essai 1

	Paille de brousse	Paille de sorgho
Ingestion :		
g MS/kg $P^{0,75}$	62 ^b	51 ^b
kg MS/100 kg PV*	2,54 ^c	2,17 ^c
Coefficients de digestibilité (%) :		
Matière sèche	57,0 ^a	51,5 ^a
Matière organique	63,0 ^b	57,8 ^b
Matières azotées totales	9,1 ^f	2,4 ^f
Cellulose brute	68,3 ^c	66,0 ^c
Neutral detergent fiber	64,0 ^d	62,5 ^d
Acid detergent fiber	62,8 ^e	63,8 ^e
Valeur énergétique :		
UFL/kg MS	0,71	0,60
Valeur azotée :		
MAD**/kg MS	3	1

* Kilogrammes de poids vif ; ** Matières azotées digestibles
Les chiffres de la même ligne suivis des mêmes lettres ne diffèrent pas au seuil de 5 p. 100

Les digestibilités très faibles s'expliquent surtout par la faible teneur en MAT des aliments. La littérature rapporte qu'avec les aliments qui ont une teneur en MAT inférieure à 4,5 p. 100 de leur MS, la quantité d'azote excrétée est supérieure à celle qui est ingérée.

Les valeurs (en UFL) de la paille de brousse et de la paille de sorgho ont été assez bonnes. Kouao (9) obtient des résultats de 0,56 à 0,65 UFL pour un pâturage de savane mis en défens dans la zone pastorale de Karakoro en Côte d'Ivoire. La valeur énergétique de la paille de sorgho est comparable à celle de Kassambara (8) qui rapporte 0,61 UFL/kg de MS pour la paille de riz. En revanche, des valeurs plus faibles (0,51 et 0,48 UFL/kg MS respectivement pour la paille de brousse et la paille de sorgho) sont rapportées par Richard et coll. (16).

Les teneurs en matières azotées digestibles (MAD) de la paille de brousse et de la paille de sorgho ont été très faibles (respectivement 3 et 1 g/kg de MS). Des valeurs nulles de MAD sont trouvées pour la paille de brousse et la paille de sorgho par Richard et coll. (16). La faible valeur en MAD s'explique surtout par la faible teneur en MAT de ces sous-produits.

Valeur alimentaire des aliments de l'essai 2

Les ingestibilités, les coefficients de digestibilité et les valeurs énergétique et azotée des pailles de maïs et de mil et des fanes d'arachide et de dolique sont présentés au tableau III. Les quantités de MS volontairement ingérées sont significativement différentes ($p < 0,01$) entre les pailles de céréales (maïs et mil) et les fanes de légumineuses (arachide et dolique). Les ingestions sont plus élevées pour les fanes, 99 et 97 g/kg $P^{0,75}$ respectivement pour la dolique et l'arachide, que pour les pailles, 40 et 35 g/kg $P^{0,75}$ respectivement pour le maïs et le mil. Cependant, à l'intérieur de chaque groupe d'aliments, les ingestions ne sont pas significativement différentes. Ces résultats sont conformes à ceux de la littérature. Les ingestions de paille de mil et de fane d'arachide rapportées par Richard et coll. (16) sont respectivement de 33 et 71 g/kg $P^{0,75}$. Rivière (17) rapporte que l'ingestibilité est en liaison positive avec le contenu cellulaire (azoté) et en liaison négative avec la

teneur en parois (cellulose brute). Ainsi, les légumineuses sont ingérées en quantité plus élevée que les graminées parce qu'elles sont dégradées plus rapidement dans le rumen.

Les dMS des aliments sont différentes ($p < 0,05$). Les fanes ont des dMS plus élevées que les pailles. Aussi la dMS de la fane d'arachide (66) est-elle plus élevée que celle de la fane de dolique (57). Les dMS des deux pailles ne sont pas significativement différentes ($p > 0,05$) et sont de 44 et 49 p. 100 respectivement pour le mil et le maïs. Mosimanyana et Kiflawahid (12) rapportent une dMS *in vitro* de 59 et 40 p. 100 respectivement pour les pailles de maïs et de mil. La dMS *in vitro* de MS des pailles de céréales est inférieure à celle des fanes de légumineuses (12).

Les dMO des aliments sont également différentes ($p < 0,05$). Elles sont plus élevées pour les fanes que pour les pailles ($p < 0,05$). Ces résultats sont conformes à ceux obtenus par Mosimanyana et Kiflawahid (12) qui rapportent que les fanes de légumineuses ont une dMO plus élevée que les pailles de céréales. Richard et coll. (16) rapportent des dMO plus faibles, 57 et 38 p. 100 respectivement pour la fane d'arachide et la paille de mil. La fane d'arachide a une dMO plus élevée que la fane de dolique. De même, la paille de maïs a une dMO plus élevée que celle de mil.

Les digestibilités de la cellulose brute des aliments sont différentes ($p < 0,05$), notamment la fane de dolique a la plus faible digestibilité de CB (45,7 p. 100). Les trois autres fourrages ont des dCB similaires, comprises entre 62 et 59 p. 100. La faible dCB de la fane de dolique peut s'expliquer par le stade végétatif poussé de la dolique et les caractéristiques propres à la culture qui conduisent à un taux élevé de lignine, facteur limitant de la digestibilité.

Les teneurs en énergie nette des aliments sont de 0,76, 0,63, 0,50 et 0,42 UFL/kg de MS respectivement pour la fane d'arachide, la fane de dolique, la paille de maïs et la paille de mil. Richard et coll. (16) rapportent des valeurs énergétiques moins élevées (0,61 UFL/kg de MS pour la fane d'arachide et 0,34 UFL/kg de MS pour la paille de mil). Les fanes de légumineuses ont une valeur énergétique assez bonne. Quant aux pailles de céréales leurs valeurs énergétiques sont faibles.

Tableau III

Coefficients de digestibilité, valeurs énergétique et azotée, ingestibilité des fourrages étudiés lors de l'essai 2

Paramètres	Pailles de céréales		Fanés de légumineuses	
	Maïs	Mil	Arachide	Dolique
Ingestion				
g MS/kg $P^{0,75}$	40 ^a	35 ^a	97 ^b	99 ^b
kg MS/100 kg PV*	1,75 ^a	1,53 ^a	4,25 ^b	4,37 ^b
Coefficients de digestibilité (%) :				
Matière sèche	49,3 ^c	43,6 ^c	65,6 ^a	57,2 ^b
Matière organique	49,5 ^c	46,8 ^d	66,3 ^a	59,2 ^b
Cellulose brute	62,7 ^a	58,9 ^a	58,2 ^a	45,7 ^b
Matières azotées totales	-73,5	-10,6	60,3	48,3
Valeur énergétique :				
UFL/kg MS	0,50	0,42	0,76	0,63
Valeur azotée :				
MAD**/kg MS	0 (-14,3)	0 (-3,7)	57,6	49,7

* Kilogrammes de poids vif ; ** Matières azotées digestibles

Les chiffres de la même ligne suivis des mêmes lettres ne diffèrent pas au seuil de 5 p. 100

La dMAT des pailles est négative par suite de la faible teneur en MAT de ces aliments (2 à 4 p. 100 de la MS). Richard et coll. (16) trouvent des dMAT de 53 et 1 p. 100 respectivement pour la fane d'arachide et la paille de mil. La dMAT de la fane d'arachide est plus élevée que celle de la fane de dolique ($p < 0,05$), peut-être par suite de la présence dans cette dernière de tannins ou d'autres éléments antinutritionnels comme le laisse supposer la teneur élevée en matières azotées non digestibles.

Les teneurs en MAD des pailles sont négatives. Celles des fanes d'arachide et de dolique sont respectivement de 67 et 58 g/kg de MS, du même ordre que celles rapportées par Rivière (entre 86 et 34 g/kg de MS) (17) et par Richard et coll. (en moyenne 57 ± 17 g/kg de MS) (16). Tillman et coll. (18) rapportent une teneur en MAD de 93 g/kg de MS pour la fane d'arachide, donc supérieure à celle trouvée au cours de cette étude.

■ CONCLUSION

Il ressort de cette étude que les caractéristiques suivantes (teneur faible en matières azotées totales, teneur élevée en composés ligno-cellulosiques et faible digestibilité) se rencontrent dans la paille de brousse et les pailles de céréales. De digestibilité et d'ingestibilité faibles, la paille de brousse et les pailles de céréales ont une faible valeur énergétique et une valeur azotée nulle. Ces aliments ne permettent pas de couvrir les besoins d'entretien des animaux. Ceci explique la perte de poids observée chez les moutons consommant exclusivement la paille de brousse et les pailles de céréales.

Les fanes de légumineuses (arachide et dolique) sont riches en matières azotées et ont des teneurs moyennes en constituants pariétaux. Leurs digestibilités et ingestibilités sont plus élevées et par conséquent leurs valeurs énergétique et azotée sont satisfaisantes. Il en résulte que la complémentation de la paille de brousse et des pailles de céréales par les fanes de légumineuses est nécessaire d'autant plus qu'une complémentation azotée qui augmente l'activité cellulolytique des microorganismes du rumen augmente ainsi la digestibilité de la matière organique et des parois végétales.

BIBLIOGRAPHIE

1. ANDRIEU J., DEMARQUILLY C., 1987. Valeur nutritive des fourrages : tables et prévision. *Bull. Tech. Crzv* (Theix, Inra), **70** : 61-73.
2. BACAYOKO A., 1994. Etude de la digestibilité et de la complémentation des pailles. Mémoire DEA, Isfra, Bamako, Mali.
3. DICKO M.S., 1980. Mesure de la production secondaire des pâturages : un exemple d'application dans l'étude d'un élevage de système extensif au Mali. In : Le Houerou H.N. dir. public., Actes du colloque Les fourrages ligneux en Afrique. Etat actuel des connaissances, Addis Abeba, Ethiopie, 8 -12 avril 1980. Addis Abeba, Ethiopie, Cipea, p. 245-251.

4. DICKO M.S., 1983. Nutrition animale. In: Wilson R.T., de Leeuw P.N., de Han, dir. public., Recherches sur les systèmes des zones arides du Mali. Addis Abeba, Ethiopie, Cipea, p. 95-106.
5. DOUMBIA M., SISSOKO K., 1990. Utilisation de la paille de brousse enrichie à l'urée dans la complémentation chez les petits ruminants. Bamako, Mali, Inrzh, Commissions techniques des productions animales.
6. DZOWELA B.H., 1987. Efforts to enhance maize stover utilization for smallholder livestock producers in Malawi. In: Proc. of Workshop Utilization of agricultural byproducts as livestock feeds in Africa, Blantyre, Malawi, September 1986, p. 27-36.
7. JARRIGE A. dir. public., 1978. Alimentation des ruminants. Versailles, France, Inra Publications, p. 79-590.
8. KASSAMBARA I., 1983. Contribution à l'étude de la valeur alimentaire des sous-produits agro-industriels utilisés dans l'alimentation des ruminants au Mali. Thèse Docteur-Ingénieur, Université de Pierre et Marie Curie, Paris VI, France, 96 p.
9. KOUAO B.J., 1985. Etude de la digestibilité et de la valeur alimentaire d'un herbage de savane en relation avec l'âge des repousses. Bouaké, Côte d'Ivoire, Dig/Ce/Idessa. (Note technique n° 02)
10. MCINTIRE J., REED J.D., TELDA A., JUTZI S., KEBEDE Y., 1988. Evaluating sorghum cultivars for grain and straw yield. In: Reed J.D., Capper B.S., Neate P.J.H., dir. public., Acte du colloque Plant breeding and the nutritive value of crop residues, Addis Abeba, Ethiopie, 7-10 décembre 1987. Addis Abeba, Ethiopie, Cipea, p. 283-300.
11. MEMENTO DE L'AGRONOME, 1984. Troisième édition. Paris, France, ministère des Relations extérieures, coopération et développement, 1604 p. (Coll. Techniques rurales en Afrique)
12. MOSIMANYANA B., KIFLEWAHID B., 1987. Feeding of crop residues to milking cows in small scale farms in Botswana. In: Little D.A., Said A.N., dir. public., Actes du colloque Utilization of agricultural byproducts as livestock feeds in Africa, Blantyre, Malawi, Septembre 1986, p. 127-135.
13. OLAYIWOLE M.B., OLORUNJU A.S., 1987. Feedlot performance of yearling steers previously maintained on different crop residue/supplementation regimes. In: Little D.A., Said A.N., dir. public., Actes du colloque Utilization of agricultural byproducts as livestock feeds in Africa, Blantyre, Malawi, Septembre 1986, p. 72-82.
14. REED J.D., KEBEDE Y., FUSSEL L.K., 1988. Factors affecting the nutritive value of sorghum and millet crop residues. In: Reed J.D., Capper B.S., Neate P.J.H., dir. public., Actes du colloque Plant breeding and the nutritive value of crop residues, Addis Abeba, Ethiopie, 7-10 décembre 1987. Addis Abeba, Ethiopie, Cipea, p. 233 à 251.
15. RICHARD D., 1987. Valeur alimentaire de quatre graminées fourragères en zone tropicale. Thèse Doct. 3^e cycle, Université Paris VI, France, 314 p.
16. RICHARD D., GUERIN H., FALL S.T., 1988. Feeds of the dry tropics (Sénégal). In: Jarrige R. Ed., Ruminant nutrition: Recommended allowances and feed tables. Paris, France, Inra, p. 325-342.
17. RIVIERE R., 1978. Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical, 2^e ed. Paris, France, ministère de la Coopération, 527 p.
18. TILLMAN D., ALLEN R., HARLAN E., GETZ R.W., 1986. A Guide to the feeding and nutrition of ruminants in the Tropics. Little Rock, AR, USA, Winrock International Institute for Agricultural Development.
19. URIO N.A., 1981. Alkali treatment of roughages and energy utilization of treated roughages fed to sheep and goats. PhD Thesis, University of Dar es Salam, Tanzania.

Accepté le 30.04.2001

Summary

Nantoumé H., Kouriba A., Togola D., Ouologuem B. Evaluation of the feeding value of forages and byproducts used for feeding small ruminants

The feeding values of six locally available forages were determined through two digestibility trials, using Toronke sheep. Bush haulm and sorghum stovers were studied in the first trial. Dry matter (DM) intakes were 62 and 51 g DM/kg $P^{0.75}$ for bush haulm and sorghum stovers, respectively. The energy values were 0.71 and 0.60 UFL/kg DM for bush haulm and sorghum stovers, respectively. Digestible crude protein (DCP) contents were 3 and 1 g/kg DM for bush haulm and sorghum stovers, respectively. Energy values were rather high, whereas crude protein values were very low; they represent a major constraint to animal production in Mali. In the second trial, groundnut haulm, *Lablab purpureus* haulm, corn stovers and millet stovers were studied. Dry matter intakes were 97, 99, 40 and 35 g DM/kg $P^{0.75}$ for groundnut haulm, *Lablab purpureus* haulm, corn stovers and millet stovers, respectively. Digestibility was higher in stalks than in stovers except for crude fiber. DCP contents of corn and millet stovers were negative. They were 67 and 58 g/kg DM for groundnut haulm and *Lablab purpureus*, respectively. The energy values of the feeds were 0.76, 0.63, 0.50 and 0.42 UFL/kg DM for groundnut haulm, *Lablab purpureus* haulm, corn stovers and millet stovers, respectively. Stovers had a low energy value and zero DCP content. The feeding value of the cereal stovers may be improved with legume haulms as supplements, given the latter high total CP, digestibility and intake coefficients.

Key words: Sheep - Goat - *Schoenefeldia gracilis* - *Schizachyrium exile* - *Sorghum bicolor* - *Zea mays* - *Pennisetum typhoides* - *Arachis hypogea* - *Lablab purpureus* - Nutrient intake - Digestibility - Energy value - Nutritive value.

Resumen

Nantoumé H., Kouriba A., Togola D., Ouologuem B. Medida del valor alimenticio de los forrajes y de los sub productos utilizados en la alimentación de los pequeños rumiantes

Se determinaron los valores alimenticios de seis forrajes disponibles localmente, mediante dos estudios de digestibilidad, en corderos Toronké. El primer estudio fue sobre la paja de tamojal (PB) y pajas de sorgo (PS). Las ingestiones de PB y de PS fueron respectivamente de 62 y 51 g de MS/kg $P^{0.75}$. Los valores energéticos fueron de 0,71 y 0,60 UFL/kg de MS respectivamente para la PB y las PS. Las tenencias en materias nitrogenadas digestibles (MAD) fueron de 3 y 1 g/kg de MS respectivamente para la PB y las PS. Así como los valores energéticos fueron bastante buenos, wlos valores nitrogenados fueron bajos, representando un obstáculo importante para la producción animal en Malí. El segundo estudio fue sobre las hojarascas de cacahuete (FA), las hojarascas de dólicos (FD), las pajas de maíz (PM) y de mijo (PL). Las ingestiones fueron de 97, 99, 40 y 35 g MS/kg $P^{0.75}$ respectivamente para FA, FD, PM y PL. Las digestibilidades de los elementos fueron más elevadas en las hojarascas que en las pajas, con excepción de la CB. Las tenencias en MAD de las pajas fueron negativas. Las de las hojarascas fueron de 67 y de 58 g/kg MS respectivamente para la FA y la FD. Los valores energéticos de los alimentos fueron de 0,76, 0,63, 0,50 y 0,42 UFL/kg de MS respectivamente para la FA, la FD, las PM y PL. Las pajas presentaron un valor energético bajo y un valor nitrogenado nulo. Las hojarascas ricas en MAT, de digestibilidad y de ingestibilidad elevadas, pueden contribuir al mejoramiento del valor alimenticio de las pajas de cereales mediante un suplemento apropiado.

Palabras clave: Ovino - Caprino - *Schoenefeldia gracilis* - *Schizachyrium exile* - *Sorghum bicolor* - *Zea mays* - *Pennisetum typhoides* - *Arachis hypogea* - *Lablab purpureus* - Ingestión de nutrientes - Digestibilidad - Valor energético - Valor nutritivo.

Facteurs non-génétiques influençant le poids et la croissance de veaux de race Borgou à la Ferme d'élevage de l'Okpara au Bénin

A.K.I. Youssao^{1,2*} A. Ahissou³ C. Michaux²
F. Farnir² Z. Touré³ N.-D. Idrissou³ P.L. Leroy^{1,2}

Mots-clés

Bovin Borgou - Veau - Poids à la naissance - Gain de poids - Saison - Age - Mère - Sexe - Facteur de croissance - Bénin.

Résumé

L'étude de quelques facteurs non-génétiques influençant le poids à la naissance, à trois et à douze mois, ainsi que les gains quotidiens moyens de la naissance à trois mois, de la naissance à douze mois et de trois à douze mois de veaux Borgou a été réalisée à partir des données issues de 453 veaux élevés à la Ferme d'élevage de l'Okpara de 1994 à 1998. Un modèle linéaire incluant les effets fixes de la saison de naissance, de l'année de naissance, de l'âge de la mère au vêlage et du sexe a été utilisé dans le cadre de l'analyse de variance par les moindres carrés. La saison de naissance a eu un effet significatif ($p < 0,001$) sur les poids et les gains quotidiens moyens. Les meilleures performances pondérales ont été obtenues sur des animaux nés pendant la saison pluvieuse. L'année de naissance a influencé significativement ($p < 0,001$) le poids à la naissance, à douze mois et le gain quotidien moyen de la naissance à douze mois. L'effet de l'âge de la mère au vêlage a été observé chez les veaux âgés de douze mois ($p < 0,05$) et sur le gain quotidien moyen enregistré de la naissance à douze mois ($p < 0,05$). Les mâles avaient un poids significativement supérieur à celui des femelles à la naissance ($p < 0,05$).

■ INTRODUCTION

La race Borgou est issue d'un croisement lointain stabilisé entre les taurins à courtes cornes (Somba et, accessoirement, Lagunaire) et les zébus, principalement le White Fulani (6). Originaire du département du Borgou au Bénin, son aire de distribution géographique s'étend au Nigeria (Keteku), au Burkina Faso (Méré) et au Togo (7). Au Bénin, cette race représente 34 p. 100 de l'effectif national bovin (8) et son mode d'élevage est de type extensif et traditionnel (sédentaire ou transhumant), basé sur l'exploitation du pâturage naturel (4). Cette race possède une trypanotolérance au même titre que les races des Lagunes ou N'Dama (5). L'amélioration génétique de la race Borgou a été entreprise à la Ferme d'élevage de l'Okpara en 1952

par croisement avec la race N'Dama importée du Sénégal, de la Côte d'Ivoire et de la Guinée (17). Cet essai d'amélioration s'est soldé par un échec attribuable au manque de suivi après la phase du projet. Dans le cadre du Projet pour le développement de la production animale (Pdpa) — l'actuel Projet pour le développement de l'élevage au Bénin —, la Ferme de l'Okpara a repris l'amélioration des performances zootechniques de la race Borgou. Depuis octobre 1994, cette amélioration se fait en race pure en se basant sur un programme de sélection massale faisant intervenir le poids, la robe et la conformation phénotypique. Les performances de production et de reproduction de la race Borgou varient selon que le mode d'élevage est traditionnel (sédentaire ou transhumant), semi-amélioré ou amélioré (3, 4, 9, 10, 11, 12). L'objectif de ce travail a été d'étudier l'influence des principaux facteurs non-génétiques et, plus particulièrement, leur importance relative sur les caractères de croissance des veaux nés et élevés selon le mode semi-amélioré de 1994 à 1998 à la Ferme de l'Okpara.

■ MATERIEL ET METHODES

Les données de poids à la naissance, à trois et à douze mois, puis celles du gain quotidien moyen de la naissance à trois mois, de trois à douze mois et de la naissance à douze mois ont été étudiées

1. Université de Liège, Institut vétérinaire tropical - bât. 43, 20 boulevard de Colonster, 4000 Liège, Belgique

2. Université de Liège, Faculté de Médecine vétérinaire, département de Génétique - bât. 43, 20 boulevard de Colonster, 4000 Liège, Belgique

3. Direction de l'élevage, Projet pour le développement de l'élevage, Ferme d'élevage de l'Okpara, BP 33, Parakou, Bénin

* Auteur pour la correspondance

Tél : +32 (0)4 366 41 50 ; fax : +32 (0)4 366 41 22

E-mail : iyoussao@student.ulg.ac.be

sur 453 veaux de race Borgou de 1994 à 1998, l'effectif annuel moyen des bovins Borgou ayant été de 2 577 têtes. Les paramètres pris en compte dans le cadre de cette étude ont été la saison de naissance, l'année de naissance, l'âge de la mère au vêlage et le sexe.

Milieu de l'étude

La Ferme de l'Okpara s'étend sur 33 000 hectares dont 5 000 à peine sont exploités. Elle est située dans la sous-préfecture de Kika, département du Borgou au Bénin, à 15 km à l'est de la ville de Parakou. Le climat est de type soudanien avec en alternance une saison pluvieuse (mai à octobre) et une saison sèche (novembre à avril) marquée par l'Harmattan (décembre à février). La pluviométrie est de 1 200 mm environ et la température annuelle moyenne varie entre 26 et 27 °C. Les températures les plus élevées sont enregistrées en mars et en avril, les plus basses en décembre et en janvier. Le relief est constitué d'une pénéplaine cristalline comportant des collines à roches dures. De grandes dépressions permettent l'écoulement des eaux de pluie vers le fleuve Okpara et son affluent la Dama, principales sources d'abreuvement pour le bétail. Le sol, de texture sableuse, sablo-argileuse ou limoneuse par endroits, supporte une végétation de savane. Celle-ci est affectée chaque année par les feux de brousse.

Mode d'élevage

Le mode d'élevage était de type semi-amélioré et les troupeaux étaient constitués selon le sexe et l'âge des animaux. En décembre 1997, la Ferme de l'Okpara comptait 2 484 bovins Borgou répartis en 13 troupeaux dont 1 pour les taureaux, 2 pour les taurillons, 6 pour les vaches et les veaux, 2 pour les génisses 1 (1 à 2 ans) et 2 pour les génisses 2 (2 à 3 ans). Ces animaux passaient la journée au pâturage et la nuit dans un parc muni d'abreuvoirs et de mangeoires. En général, dans le département du Borgou, l'alimentation des bovins était basée sur l'exploitation du pâturage naturel.

La composition et l'évolution de la valeur nutritive des pâturages naturels varient en fonction de la pluviosité (20). Pendant la saison pluvieuse, de mai à octobre, les parcours naturels repoussent et le pâturage est abondant. Les graminées dominent dans la strate herbacée dont les espèces sont consommées à des stades de développement et à des degrés divers. Les genres de graminées les plus consommés sont *Andropogon*, *Hyparrhenia*, *Pennisetum*, *Setaria*. La composition chimique et la valeur énergétique de ces graminées varient aussi en fonction des saisons et des espèces (20). Les graminées sont préférées pendant cette période et constituent par conséquent la majeure partie de la phytomasse ingérée. La fin de la période de croissance (novembre-décembre) coïncide souvent avec l'avènement des feux de brousse annuels. Les parcours naturels restent nus pendant les quatre premiers mois de l'année et le pâturage est essentiellement à base de fourrages ligneux.

Pendant cette période, seuls les bas-fonds et les abords des cours d'eaux de l'Okpara et de ses affluents offraient des graminées vertes, alors très peu abondantes à la Ferme de l'Okpara. Les animaux ont également bénéficié des résidus de récoltes issus des champs de cultures. Les prairies artificielles étaient constituées de *Brachiaria ruziziensis* (33 ha en 1995), de *Stylosanthes* sp. (15 ha en 1996) et d'*Andropogon gayanus* (2 ha en 1995). *Brachiaria ruziziensis* était utilisé sous forme d'ensilage ou de foin alors que *Stylosanthes* sp. l'était surtout pour l'ensilage. Les exploitations sur pied des prairies artificielles se faisaient surtout sur les anciennes parcelles. Une complémentation en ensilage, foin, graines de coton, sel de cuisine et pierre à lécher était assurée aux

animaux de la ferme en fonction des disponibilités pendant la période de transition entre la saison sèche et la saison des pluies (janvier à avril).

Le suivi sanitaire était basé sur l'administration de vitamines et d'oligo-éléments, des traitements préventifs contre la trypanosomose, les parasitoses gastro-intestinales, les tiques et autres arthropodes. Le programme national de prophylaxie contre les grandes épizooties (pasteurellose, peste bovine, péripneumonie contagieuse bovine, charbon bactérien) était suivi régulièrement. Des traitements spécifiques étaient pratiqués pour les maladies occasionnelles en fonction des cas cliniques.

Un programme de regroupement des naissances a été conçu et mis en application en octobre 1994, mettant fin à la monte libre. En 1995, deux montes ont été organisées, l'une en janvier-février et l'autre d'août à octobre. Les naissances ont ainsi été enregistrées respectivement en octobre-novembre 1995 et en juin-juillet 1996. Quant aux années 1996 et 1997, les montes ont eu lieu en janvier-février et en août-septembre et les naissances respectivement en octobre-novembre et en mai-juin.

Un programme de sélection massale basé sur les performances individuelles en vue d'uniformiser la race Borgou a été mis en place à partir de 1994 à la Ferme de l'Okpara. Ce programme porte sur les veaux au sevrage, les génisses, les vaches et les taureaux. Les veaux dont le poids au sevrage est supérieur à 100 kg sont présélectionnés pour la catégorie des taurillons âgés de 12 à 24 mois (type 1). Les taurillons de type 1 dont le poids est supérieur à 200 kg entre 18 et 24 mois sont retenus pour la catégorie des taurillons âgés de 2 à 3 ans (type 2). Les animaux non retenus sont castrés et destinés à la boucherie, à la culture attelée ou à d'autres fins. Les taurillons de type 2 qui présentent une bonne conformation et la meilleure performance pondérale sont sélectionnés pour être géniteurs. Le poids minimal au sevrage pour les veaux femelles est de 100 kg et pour les génisses de type 1 (12 à 24 mois) de 120 kg. Les critères phénotypiques sont également pris en compte lors de la sélection : robe blanche, mufle, cornes et pis noirs, fanon et bosse peu développés. Ce schéma de sélection concerne tous les bovins Borgou de la ferme.

Les animaux étaient pesés sur une bascule pèse bétail. Une fiche de suivi a été établie et comprenait le numéro du parc, le numéro du veau, le numéro de la mère, la saison de naissance, l'année de naissance, l'âge de la mère au vêlage, le sexe, le poids à la naissance (P0), le poids à trois mois (P3), le poids à douze mois (P12), le gain quotidien moyen entre la naissance et trois mois (Gqm03), le gain quotidien moyen entre trois et douze mois (Gqm312), ainsi que le gain quotidien moyen entre la naissance et douze mois (Gqm012). A la naissance, tous les veaux de la ferme étaient pesés, puis, en fonction de la charge de travail du personnel, un échantillon de taille variable (10 à 20 veaux) était choisi sur la base de la conformation phénotypique de la race Borgou (robe blanche, mufle, cornes et pis noirs) et pesé mensuellement.

Analyse statistique

Le modèle linéaire fixe suivant a été ajusté aux données de poids et de croissance :

$$Y_{ijklm} = \mu + S_i + AN_j + AV_k + S_l + E_{ijklm}$$

Y_{ijklm} est un poids ou un gain du m^e veau, né dans la saison i, l'année j, à l'âge au vêlage de la mère k et au sexe l ;

μ est la valeur de la moyenne générale ;

S_i est l'effet fixe de la saison de vêlage i. Il y a quatre saisons : S1, de décembre à février (saison sèche) ; S2, de mars à mai (transition

entre la saison sèche et la saison des pluies) ; S3, de juin à août (saison des pluies) ; S4, de septembre à novembre (transition entre la saison des pluies et la saison sèche) ;

AN_j est l'effet fixe de l'année de naissance j (1994 à 1997) (les veaux nés en 1997 n'avaient pas encore atteint 12 mois lors de l'analyse des données) ;

AV_k est l'effet fixe de l'âge de la mère k au vêlage (5 classes : 3 et 4, 5, 6, 7, 8 à 13 ans) ;

S_m est l'effet fixe du sexe l (2 classes : mâle et femelle) ;

E_{ijklm} est l'effet résiduel aléatoire.

Les interactions entre ces facteurs de variation ne sont pas significatives et, par conséquent, n'ont pas été prises en compte dans le modèle ci-dessus. Les données ont été analysées selon la procédure GLM de SAS (18), puis les moyennes des moindres carrés ont été estimées et comparées par le test t de Student. La part de la variation expliquée par le modèle et chacun des facteurs non-génétiques a été calculée selon la méthodologie décrite par Searle (19), en utilisant la différence de la part de variation R^2 (réduction de la somme des carrés suite à la présence ou à l'absence du facteur).

■ RESULTATS

L'effectif, la moyenne, l'écart-type, le minimum et le maximum des performances pondérales sont présentés au tableau I pour l'ensemble des veaux, par sexe et par année de naissance. Les résultats de l'analyse de variance montrent la signification de chaque facteur de variation inclus dans le modèle d'analyse (tableau II). La part de la variation totale (R^2) des poids et des gains quotidiens moyens expliquée par chacun des facteurs non-génétiques est présentée à la figure 1. L'importance de la variation expliquée par le modèle linéaire global a été de 18,9, 22,5 et 27,2 p. 100, respectivement pour le poids à la naissance, à trois mois et pour le gain quotidien moyen de la naissance à trois mois. Elle a été supérieure à 30 p. 100 pour le poids à douze mois et pour Gqm012 et Gqm312. La part de la variation totale due à la saison de naissance a été la plus importante de tous les effets du modèle et a varié de 6,5 p. 100 pour le poids à la naissance à 19,1 p. 100 pour Gqm312. Le deuxième, en importance, effet du modèle a été l'année de naissance ; la part de la variation totale a surtout été observée à douze mois (19,1 p. 100). Elle a été de 5,3 p. 100 pour le poids à la naissance, et respectivement de 10,3 et 10,5 p. 100 pour Gqm012 et Gqm312. Quant à l'âge de la mère au vêlage, la part de variation la plus significative a été obtenue pour le poids des veaux âgés de douze mois (4,8 p. 100). La contribution du sexe à la variation totale a été plus élevée à la naissance (4,7 p. 100), pour Gqm012 (2,1 p. 100) et Gqm312 (5 p. 100). Comme certaines performances ne pouvaient être disponibles lors de la collecte des données (tableau I), les degrés de liberté relatifs à l'erreur résiduelle ont varié de 226 à 339 pour les différents paramètres étudiés (tableau II). Les moyennes des moindres carrés sont indiquées dans les tableaux III et IV.

La saison de vêlage a été l'effet significatif le plus important observé sur les poids et les gains quotidiens moyens ($p < 0,001$). Les veaux nés vers la fin de la saison des pluies et au début de la saison sèche (S4) ont été plus lourds à la naissance ($p < 0,05$) que ceux nés aux autres saisons. A trois mois, le poids moyen des veaux nés pendant la saison de transition (S4) et la saison sèche (S1) a été inférieur à 40 kg. Ceux qui sont nés pendant la dernière phase de la saison sèche et en saison pluvieuse (S2 et S3) ont été les plus lourds avec un poids moyen supérieur à 43 kg. Les veaux

nés en saison de transition (S2) et en saison pluvieuse ont présenté les meilleurs gains quotidiens moyens de la naissance à trois mois. Les veaux nés pendant l'hivernage et la saison de transition (S4) ont eu un poids moyen supérieur à 100 kg à 12 mois, avec une meilleure croissance pondérale de trois à douze mois. Une différence significative ($p < 0,05$) d'une saison à l'autre a marqué les gains quotidiens moyens de la naissance à douze mois.

L'année de naissance a eu un effet significatif important ($p < 0,001$) sur le poids à la naissance, à douze mois, ainsi que pour Gqm312 et Gqm012. Les poids à la naissance, à 12 mois, Gqm312 et Gqm012 ont été nettement inférieurs pour les veaux nés en 1996 (tableaux III et IV).

L'âge de la mère au vêlage a eu un effet significatif ($p < 0,05$) sur le poids du veau à 12 mois. Le poids à 12 mois a augmenté en fonction de l'âge de la mère au vêlage de trois à sept ans et a chuté à partir de la 8^e année. Le poids le plus important de 112,3 kg ($p < 0,05$) a été observé chez les veaux issus des vaches âgées de sept ans (tableau III). Le gain quotidien moyen de la naissance à douze mois le plus important a également été observé chez les veaux nés de vaches âgées de sept ans (tableau IV).

Enfin, le sexe a eu un effet très significatif ($p < 0,001$) sur le poids à la naissance, ainsi que pour Gqm312 et Gqm012. Les mâles ont présenté un poids à la naissance significativement plus élevé ($p < 0,05$) que les femelles. Cette différence n'a plus été observée à trois mois ni à douze. Pour le gain quotidien moyen, une différence significative entre les mâles et les femelles a été observée de la naissance à douze mois et de trois à douze mois ($p < 0,05$).

■ DISCUSSION

Dans la zone tropicale, la disponibilité fourragère est fonction de la pluviosité. L'aliment de base étant le pâturage naturel, la production laitière des vaches allaitantes dépend des saisons. Selon Hoste et coll. (13) et Dehoux (4), la moitié de la production laitière est obtenue au cours des trois premiers mois de lactation et le lait constitue un facteur limitant de l'expression du poids et de la vitesse de croissance des veaux.

Les veaux nés en pleine saison sèche (S1) ont été âgés de trois mois pendant la saison de transition S2 et de douze mois en pleine saison sèche. De ce fait, les différents poids et gains de poids se sont trouvés défavorisés.

Les veaux nés dans la dernière phase de la saison sèche et au début de la saison pluvieuse (S2) ont atteint à l'âge de trois mois les poids les plus importants (48,1 kg). Le gain quotidien moyen de la naissance à trois mois a également été le plus élevé. Ces veaux ont traversé toute la saison sèche jusqu'à l'âge de 12 mois, avec pour conséquence le poids le plus faible à 12 mois.

Les veaux nés en pleine saison des pluies (S3) ont présenté les poids les plus élevés à 12 mois. Les mois de septembre et d'octobre correspondent à la période d'épiaison des pâturages et à la fin de la saison pluvieuse (20). A partir de novembre, le pâturage se transforme en pailles qui sont ensuite brûlées par les feux de brousse. A cette époque, les vaches ont bénéficié d'apport des résidus de récolte et des compléments alimentaires qui ont contribué au maintien du poids des veaux à trois mois (43,3 kg) et du gain quotidien moyen de la naissance à trois mois (278 g). Par ailleurs, après l'âge de trois mois, les animaux avaient déjà traversé la quasi-totalité de la saison pluvieuse où le pâturage était abondant et de qualité optimale. Les gains quotidiens moyens (Gqm012 et Gqm312) ont ainsi été plus importants que ceux enregistrés chez les veaux nés pendant les autres saisons.

Tableau I

Effectif, moyenne, écart-type, minimum et maximum des performances pondérales de veaux Borgou à la Ferme de l'Okpara

	Performance	Effectif *	Moyenne	Ecart-type	Minimum	Maximum
Moyenne générale (453) **	P0 (kg)	451	18,86	1,87	13	25
	P3 (kg)	440	41,12	8,6	23	66
	P12 (kg)	391	102,21	23,41	56	176
	Gqm03 (g)	438	246	0,9	111	522
	Gqm312 (g)	391	174	1,49	122	444
	Gqm012 (g)	390	190	1,11	118	414
Sexe						
Femelle (221)	P0 (kg)	221	18,48	1,65	15,5	23
	P3 (kg)	216	41,31	7,9	24	62
	P12 (kg)	188	99,22	23,56	56	149
	Gqm03 (g)	216	254	0,86	95	478
	Gqm312 (g)	185	160	1,48	150	359
	Gqm012 (g)	180	181	1,12	111	346
Mâle (230)	P0 (kg)	230	19,23	1,99	13	25
	P3 (kg)	224	40,92	9,25	23	66
	P12 (kg)	203	104,96	22,98	58	176
	Gqm03 (g)	222	239	0,9	111	522
	Gqm312 (g)	202	189	1,49	130	444
	Gqm012 (g)	201	199	1,1	123	413
Année de naissance						
1994 (99)	P0 (kg)	99	19,21	2,15	13	25
	P3 (kg)	99	37,79	7,75	25	56
	P12 (kg)	99	112,16	26,11	56	176
	Gqm03 (g)	99	206	0,8	133	355
	Gqm312 (g)	99	250	1,28	115	444
	Gqm012 (g)	99	236	0,98	118	414
1995 (234)	P0 (kg)	234	19,23	1,81	15,5	25
	P3 (kg)	234	42,1	8,91	24	66
	P12 (kg)	212	103,63	17,41	57	147
	Gqm03 (g)	234	254	0,93	95	522
	Gqm312 (g)	212	192	1,25	122	348
	Gqm012 (g)	212	205	0,94	91	342
1996 (89)	P0 (kg)	89	17,91	1,28	15,5	21,5
	P3 (kg)	78	44,61	7,17	30	60
	P12 (kg)	86	87,93	26,55	58	133
	Gqm03 (g)	76	295	0,76	161	461
	Gqm312 (g)	77	139	1,18	104	270
	Gqm012 (g)	80	179	0,85	116	312
1997 (29) ***	P0 (kg)	29	17,63	17,63	16	20
	P3 (kg)	29	35,24	35,24	23	45
	Gqm03 (g)	29	195	1,96	78	294

P0 : poids à la naissance ; P3 : poids à trois mois ; P12 : poids à 12 mois ; Gqm03 : gain quotidien moyen de la naissance à trois mois ; Gqm312 : gain quotidien moyen de trois à douze mois ; Gqm012 : gain quotidien moyen de la naissance à douze mois

* Effectif des veaux par performance ; ** Nombre d'observations ; *** Les veaux nés en 1997 n'avaient pas atteint l'âge de 12 mois lors de la collecte des données

Pour les veaux nés à la fin de la saison des pluies et au début de la saison sèche (S4), malgré la complémentation alimentaire des vaches, le poids moyen à trois mois n'était pas différent de celui observé chez les veaux nés en saison sèche. Après cet âge, les animaux ont bénéficié de l'abondance des fourrages pendant toute la saison pluvieuse avec les gains quotidiens moyens les plus importants de la naissance à douze mois et de trois à douze mois.

Les résultats de cette étude confirment que le regroupement des naissances en juin-juillet et en octobre-novembre organisé à la

Ferme de l'Okpara permet d'obtenir de meilleures performances pour les veaux. L'étude des paramètres de reproduction et de production des bovins Borgou et Lagunaire réalisée par le Centre d'insémination artificielle et le Contrôle sanitaire des reproducteurs (3) a montré l'existence de l'effet saison de naissance sur le poids et la croissance des veaux. Dans ce centre, le poids à la naissance des veaux Borgou était de 16,4 kg en petite saison des pluies, de 16 kg en grande saison des pluies et de 15 kg en saison sèche. Ces résultats confirment ceux de Dehoux (4) qui a observé

Tableau II

Résultats des analyses de la variance des poids et des gains quotidiens moyens du veau Borgou

Sources de variation	P0		P3		P12		Gqm03		Gqm312		Gqm012	
	ddl	SCE	ddl	SCE	ddl	SCE	ddl	SCE	ddl	SCE	ddl	SCE
Saison de naissance	3	65,21**	3	2 576,14**	3	15 103,11**	3	0,33**	3	0,79**	3	0,38**
Année de naissance	3	53,69**	3	121,21	2	23 101,94**	3	0,02	3	0,42**	3	0,24**
Age au vêlage (ans)	4	6,22	4	344,19	4	5 759,21*	4	0,04	4	0,08	4	0,05
Sexe	1	47,21**	1	8,71	1	833,29	1	0,01	1	0,21**	1	0,11**
Erreur résiduelle	242	814,92	241	15 602,14	226	75 420,31	339	1,51	241	2,59	242	1,56

P0 : poids à la naissance ; P3 : poids à trois mois ; P12 : poids à 12 mois ; Gqm03 : gain quotidien moyen de la naissance à trois mois ; Gqm312 : gain quotidien moyen de trois à douze mois ; Gqm012 : gain quotidien moyen de la naissance à douze mois ; ddl : degré de liberté ; SCE : somme des carrés des écarts
* Significatif ($p < 0,05$) ; ** Significatif ($p < 0,001$)

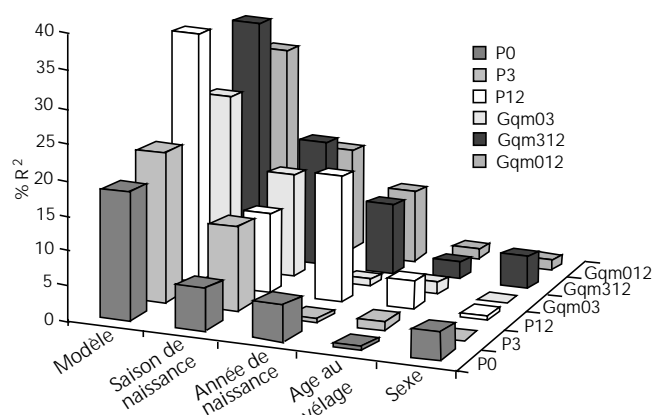


Figure 1 : part de la variation (R^2) des poids et des gains quotidiens moyens expliquée par le modèle et les différents facteurs non-génétiques.

P0 : poids à la naissance ; P3 : poids à trois mois ; P12 : poids à 12 mois. Gqm03 : gain quotidien moyen de la naissance à trois mois ; Gqm312 : gain quotidien moyen de trois à douze mois ; Gqm012 : gain quotidien moyen de la naissance à douze mois.

que les veaux nés au quatrième trimestre avaient une croissance plus importante entre le 4^e et le 6^e mois d'âge (300 g/j) que ceux nés pendant les premiers mois (248 g/j) de l'année. Poivey et coll. (16) et Planchenault et coll. (15) ont également montré que l'effet de l'année-saison était important sur le poids et la croissance des veaux et des jeunes bovins chez les races voisines Baoulé et N'Dama. Enfin, l'évolution pondérale des veaux Azawak est très peu influencée par la saison à la station de Loumbila au Burkina Faso en raison de la disponibilité fourragère et des compléments alimentaires (1).

Des variations annuelles de la croissance dues à des différences de pluviométrie ont été observées au Burkina Faso (1) et dans le nord du Cameroun (14). De 1994 à 1997, la pluviométrie et la distribution des pluies sont restées les mêmes (9, 10, 11, 12) conduisant à une certaine homogénéité des conditions climatiques. Les poids inférieurs à la naissance observés en 1996 et 1997 peuvent être expliqués par l'épidémie de fièvre aphteuse en 1996, qui a eu pour conséquence un taux de morbidité chez les veaux de 25,7 p. 100 (11), et par les épidémies de fièvre aphteuse, brucellose et dermatose nodulaire contagieuse bovine observées en 1997, où le taux de morbidité a atteint 60,9 p. 100 (12).

Pour les veaux issus des vaches âgées de trois à sept ans, le poids à douze mois et Gqm012 ont augmenté ; cette observation pourrait résulter de l'augmentation de la production laitière en fonction de l'âge de la vache. Une relation étroite a été observée entre l'effet du rang de vêlage et celui de l'âge de la mère au vêlage sur le poids et la croissance des veaux Borgou (21). Dehoux (4) a observé une augmentation de la production laitière chez la race Borgou du 1^{er} au 3^e rang de vêlage. Une augmentation de 34 p. 100 de la production laitière a été aussi observée chez la race N'Dama entre le 1^{er} et le 7^e rang de vêlage, et 72 p. 100 des variations du poids au sevrage peuvent être expliquées par la production du lait des trois premiers mois (13). La chute du poids observée après sept ans d'âge pourrait être due à l'épuisement des femelles et à la vieillesse. A la station de Loumbila au Burkina Faso, l'accroissement moyen de la production journalière de lait par rapport à la première lactation est respectivement de 0,83, 0,34 et 0,80 l/j pour les 2^e, 3^e et 4^e rangs de lactation, suivi d'une diminution respectivement de 0,39 et 0,45 l/j pour les 5^e et 6^e rangs de lactation (2). En milieu paysan au nord du Cameroun, Njoya et coll. (14) ont étudié le poids à la naissance des veaux suivant une régression quadratique sur le rang de vêlage ; un poids de 21,1 kg a été noté chez les primipares contre 24,7 kg au 5^e vêlage.

Les résultats de cette étude sur l'effet du sexe confirment ceux du Centre d'insémination artificielle et du Contrôle sanitaire des reproducteurs (3) qui ont rapporté que les veaux mâles Borgou pesaient 16,69 kg à la naissance, soit 1,65 kg de plus que les veaux femelles. Selon le Centre, l'effet du sexe sur le gain quotidien moyen de la naissance à six mois n'est pas significatif chez la race Borgou. Dans les résultats présentés ici, une différence significative du gain quotidien moyen existait entre 3 et 12 mois et entre la naissance et 12 mois ($p < 0,05$). Au ranch de Madina-Diassa au Mali, Planchenault et coll. (15) ont observé que les mâles avaient un poids et un gain significativement supérieurs à ceux des femelles chez la race N'Dama. Une différence significative a été observée à la naissance ($p < 0,05$) entre le poids des mâles ($23,28 \pm 3,04$ kg) et celui des femelles ($21,50 \pm 3,23$ kg) chez le zébu Azawak (1). Les résultats de l'analyse de variance obtenus par Poivey et coll. (16) montrent que le sexe a un effet significatif ($p < 0,01$) sur le poids à un âge donné et un effet non-significatif sur les vitesses de croissance mensuelles chez les races taurines ivoiriennes (Baoulé, N'Dama et produits croisés).

Tableau III

Moyennes des moindres carrés et écarts-types (ET) pour les poids à la naissance, à trois et à douze mois selon les facteurs de variation

Source de variation	Poids à la naissance			Poids à trois mois			Poids à douze mois		
	Effectif	Moyenne (kg)	ET	Effectif	Moyenne (kg)	ET	Effectif	Moyenne (kg)	ET
Saison de naissance									
S1	68	17,43 ^a	0,56	68	37,75 ^a	2,49	63	93,32 ^a	3,51
S2	116	18,17 ^a	0,53	116	48,09 ^b	2,34	102	89,89 ^a	2,77
S3	107	17,94 ^a	0,51	109	43,32 ^c	2,26	106	111,72 ^b	3,01
S4	160	18,89 ^b	0,52	147	39,34 ^a	2,35	133	104,26 ^b	2,43
Année de naissance									
1994	99	18,89 ^a	0,28	99	42,88	1,24	93	117,02 ^a	2,95
1995	234	19,13 ^a	0,17	234	40,89	0,77	212	106,96 ^b	1,87
1996	89	17,49 ^b	0,38	78	41,59	1,79	86	75,42 ^c	3,79
1997	29	16,92 ^{ab}	1,86	29	43,15	8,19			
Age au vêlage (ans)									
3 et 4	67	17,96	0,57	66	41,76	2,51	52	94,12 ^a	3,39
5	132	18,29	0,49	132	40,98	2,19	118	94,88 ^a	2,44
6	120	17,92	0,53	114	42,98	2,32	111	98,84 ^a	2,72
7	54	18,27	0,61	50	44,46	2,63	49	112,33 ^b	3,67
8 à 13	74	18,09	0,56	74	40,45	2,45	61	98,82 ^a	3,38
Sexe									
Femelle	221	17,67 ^a	0,49	216	41,93	2,16	188	97,87	2,1

a, b, c : les moyennes avec la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 p. 100

S1 : décembre à février (saison sèche) ; S2 : mars à mai (transition entre la saison sèche et la saison des pluies) ;

S3 : juin à août (saison des pluies) ; S4 : septembre à novembre (transition entre la saison des pluies et la saison sèche)

Tableau IV

Moyennes des moindres carrés et écarts-types (ET) pour les gains quotidiens moyens selon les facteurs de variation

Source de variation	Gqm03			Gqm312			Gqm012		
	Effectif	Moyenne (g/j)	ET	Effectif	Moyenne (g/j)	ET	Effectif	Moyenne (g/j)	ET
Saison de naissance									
S1	68	224,17 ^a	0,24	63	12,36 ^a	0,32	63	64,89 ^a	0,24
S2	116	332,52 ^b	0,23	102	40,78 ^a	0,3	102	112,32 ^b	0,23
S3	109	278,01 ^c	0,22	106	161,95 ^b	0,29	106	188,48 ^c	0,22
S4	147	226,05 ^a	0,23	133	131,71 ^b	0,3	133	153,81 ^d	0,23
Année de naissance									
1994	99	265,36	0,12	93	254,32 ^a	0,16	93	253,19 ^a	0,12
1995	234	240,82	0,07	212	204,67 ^b	0,1	212	210,76 ^b	0,07
1996	78	262,09	0,18	86	98,61 ^c	0,23	78	139,21 ^c	0,16
1997	29	292,48	0,81						
Age au vêlage (ans)									
3 et 4	67	264,26	0,25	52	52,44	0,32	52	104,82 ^a	0,24
5	132	250,95	0,22	118	91,65	0,28	118	130,14 ^{ab}	0,21
6	120	277,59	0,23	111	73,23	0,29	111	123,11 ^{ab}	0,23
7	56	284,74	0,26	49	124,73	0,33	49	162,19 ^b	0,26
8 à 13	74	248,41	0,24	61	91,45	0,31	61	129,12 ^{ab}	0,24
Sexe									
Femelle	221	268,56	0,21	216	58,02 ^a	0,27	216	109,44 ^a	0,21
Mâle	230	261,82	0,21	224	115,38 ^b	0,28	224	150,31 ^b	0,21

a, b, c : les moyennes avec la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 p. 100 ;

Gqm03 : gain quotidien moyen de la naissance à trois mois ; Gqm312 : gain quotidien moyen de trois à douze mois ; Gqm012 : gain quotidien moyen de la naissance à douze mois ; S1 : décembre à février (saison sèche) ; S2 : mars à mai (transition entre la saison sèche et la saison des pluies) ; S3 : juin à août (saison des pluies) ; S4 : septembre à novembre (transition entre la saison des pluies et la saison sèche)

■ CONCLUSION

L'étude des facteurs de variation non-génétiques influençant le poids et la croissance des veaux est une étape nécessaire à l'amélioration génétique de la race Borgou. La saison de naissance a été le facteur ayant eu l'effet le plus important. Le regroupement des naissances en saison pluvieuse (S3 et S4) serait favorable à la croissance des veaux. Les variations observées en 1996 et en 1997 nécessitent le renforcement des prophylaxies sanitaire et médicale dans la perspective d'améliorer la productivité du cheptel. L'effet de l'âge de la mère au vêlage n'a été observé que sur le gain quotidien moyen de la naissance à douze mois et sur le poids à douze mois. Les effets des facteurs de variation non-génétiques mis en

évidence indiquent la nécessité d'ajuster les poids et les gains des animaux pour l'amélioration de l'efficacité du programme de sélection.

Remerciements

Les auteurs remercient M. El Fadili, A. Vermeulen, G. Hounsoun-vê, Kashala, H. Boly, H. Banga M'Boko, C. Chrysostome, J.-L. Hornick, S. Berghmans, les personnels de la Ferme de l'Okpara, du Projet pour le développement de l'élevage au Bénin (Pde), du département de Génétique et de l'Institut vétérinaire tropical de la Faculté de Médecine vétérinaire de l'Université de Liège (Belgique) pour leur contribution.

BIBLIOGRAPHIE

1. BOLY H., SOME S.S., KABRE A., SAWADOGO L., LEROY P.L., 2000. Reproduction et croissance du zébu Azawak en zone soudano-sahélienne (Station de Loumbila au Burkina Faso). *Ann. Univ. Ouagadougou*, **8** (série B) : 85-98.
2. BOLY H., SOME S.S., KABRE A., SAWADOGO L., LEROY P.L., 2000. Performance laitière du zébu Azawak en zone soudano-sahélienne (Station de Loumbila au Burkina Faso). *Ann. Univ. Ouagadougou*, **8** (série B) : 127-139.
3. CIA-CSR, 1996. Contribution à la connaissance des paramètres de reproduction et de production des bovins de races Borgou et Lagunaire. Rapport final UNB/FSA/CIA. Abomey Calavi, Bénin, Cia-Csr, 44 p.
4. DEHOUX J.P., 1993. Productivité de la race bovine Borgou en milieu traditionnel au nord-est du Bénin. Mémoire MSc, Institut de médecine tropicale, Anvers, Belgique, 97 p. (N° 98)
5. DOKO S.A., 1991. Etude de la trypanosomiase et de la trypanotolérance bovine au Bénin. Mémoire MSc, Institut de médecine tropicale, Anvers, Belgique, 86 p. (N° 14)
6. DOMINGO A.M., 1976. Contribution à l'étude de la population bovine des Etats du golfe du Bénin. Thèse Doct. vét., Eismv, Dakar, Sénégal, 148 p.
7. FAO-PNUD, 1989. In : Deux ateliers de travail sur la reproduction du bétail trypanotolérant en Afrique occidentale et centrale, Projet promotion de l'élevage de bétail trypanotolérant en Afrique centrale et occidentale (RAF/88/100). Zimbabwe, Harare, Fao-Pnud, 211p.
8. FAO, 1994. Proposition d'une stratégie et d'un plan d'action pour le sous-secteur de l'élevage. Tcb/Ben/2353 (A). Rome, Italie, Fao, 197 p.
9. FEO, 1994. Rapport annuel d'activité (Mdr/De/Pdpa). Okpara, Bénin, Feo, 50 p.
10. FEO, 1995. Rapport annuel d'activité (Mdr/De/Pdpa). Okpara, Bénin, Feo, 62 p.
11. FEO, 1996. Rapport annuel d'activité (Mdr/De/Pdpa). Okpara, Bénin, Feo, 56 p.
12. FEO, 1997. Rapport annuel d'activité (Mdr/De/Pdpa). Okpara, Bénin, Feo, 65 p.
13. HOSTE C., CLOE L., DESLANDES P., POIVEY J.P., 1983. Etude de la production laitière et de la croissance des veaux de vaches allaitantes N'Dama et Baoulé en Côte d'Ivoire. II. Relations entre la production laitière et la croissance des veaux. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **36** : 207-213.
14. NJOYA A., BOUCHEL D., NGO TAMA A.C., PLANCHENAU D., 1998. Facteurs affectant le poids à la naissance, la croissance et la viabilité des veaux en milieu paysan au nord du Cameroun. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **51** : 335-343.
15. PLANCHENAU D., TRAORE M.T., ROY F., TALL S.H., 1986. Amélioration génétique des bovins N'Dama. II. Croissance des veaux avant sevrage au ranch de Madina-Diassa, Mali. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **39** : 51-57.
16. POIVEY J.P., MENISSIER F., VISSAC B., MOUSSA K., 1987. Variabilité de la croissance des veaux et jeunes bovins dans les troupeaux sédentaires du nord de la Côte d'Ivoire. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **40** : 157-166.
17. SANOUSSI I., 1993. Proposition sur la réorientation des activités de la Ferme Elevage de l'Okpara. Okpara, Bénin, Pdpa, 4 p.
18. SAS, 1989. SAS/STAT User's guide, vers. 6, 4th ed. Cary, NC, USA, SAS Inst.
19. SEARLE R., 1971. Linear models. New York, London, Sydney, Toronto, John Wiley and Sons, 531 p.
20. SINSIN B., OLOUTANT S., AHANCHEDE A., OUMOROU A., 1989. Etudes agrostologiques et bromatologiques dans le périmètre de Nikki, Kalalé et Ségbana. Rapport final. Abomey Calavi, Bénin, Fsa/Unb, 120 p.
21. YOUSAO A.K.I., 1998. Amélioration génétique de la race bovine Borgou. Etude de quelques facteurs non-génétiques influençant le poids et la croissance des veaux à la Ferme de l'Okpara au Bénin. Mémoire DES en Sciences vétérinaires tropicales, Université de Liège, Belgique, 73 p.

Reçu le 06.03.2000, accepté le 01.02.2001

Summary

Youssao A.K.I., Ahissou A., Michaux C., Farnir F., Touré Z., Idrissou N.-D., Leroy P.L. Nongenetic factors influencing the weight and growth of Borgu calves at the Okpara Breeding Farm in Benin

A study was carried out from records on 453 calves kept at the Okpara Breeding Farm between 1994 and 1998. Nongenetic factors affecting the birth weight, weight at three and twelve months of age as well as average daily gains from birth to three months, birth to twelve months and three to twelve months were investigated. A linear model comprising the fixed effects of birth season, birth year, dam age at calving and sex was used to perform the analysis of variance by the least squares. The birth season had a significant effect ($p < 0.001$) on weight and average daily gains. The best weight performance was observed in animals born during the rainy season. The birth year significantly ($p < 0.001$) influenced the birth weight, weight at twelve months and average daily gains from birth to twelve months. The effect of dam age at calving was observed in twelve-month-old calves ($p < 0.05$) and in average daily gains from birth to twelve months ($p < 0.05$). The male weight at birth was significantly higher than that of females ($p < 0.05$).

Key words: Borgu cattle - Calf - Birth weight - Weight gain - Season - Age - Mother - Sex - Growth factor - Benin.

Resumen

Youssao A.K.I., Ahissou A., Michaux C., Farnir F., Touré Z., Idrissou N.-D., Leroy P.L. Factores no genéticos que influyen el peso y el crecimiento de terneros de raza Borgu en la finca de cría de Okpara, Benin

De 1994 a 1998, se realizó, a partir de datos obtenidos con 453 terneros criados en la Finca de cría de Okpara, un estudio de algunos factores no genéticos que influyen el peso al nacimiento, a tres y a doce meses, así como las ganancias cotidianas promedio del nacimiento a tres meses, del nacimiento a doce meses y de tres a doce meses, en terneros Borgu. Se utilizó un modelo lineal, incluyendo los efectos fijos de la época de nacimiento, el año de nacimiento, la edad de la madre al parto y del sexo, en el cuadro de un análisis de varianza. La época de nacimiento tuvo un efecto significativo ($p < 0,001$) sobre los pesos y las ganancias cotidianas promedio. Los mejores rendimientos ponderales se obtuvieron con animales nacidos durante la época lluviosa. El año de nacimiento tuvo una influencia significativa ($p < 0,001$) sobre el peso al nacimiento, a doce meses y la ganancia cotidiana media del nacimiento a doce meses. El efecto de la edad de la madre al parto fue observado en los terneros de doce meses ($p < 0,05$) y sobre la ganancia cotidiana media registrada del nacimiento a doce meses ($p < 0,05$). Los machos presentaron un peso al nacimiento significativamente ($p < 0,05$) superior al de las hembras.

Palabras clave: Borgu ganado bovino - Ternero - Peso al nacimiento - Ganancia de peso - Estación - Edad - Madre - Sexo - Factor de crecimiento - Benin.

Survey on camel husbandry in Qassim region, Saudi Arabia: Herding strategies, productivity and mortality

B. Abbas^{1*} A.A. Al Qarawi¹ A. Al Hawas¹

Key words

Camelus dromedarius - Livestock management - Animal production - Ecology - Saudi Arabia.

Summary

A small survey was carried out on 38 camel herds in Qassim region of Saudi Arabia to study production and reproduction parameters, herding strategies, offtake and constraints to camel production. The study also recorded the rate and causes of mortality in the surveyed herds over one year. Four distinct herding strategies were discovered. Type one herders were companies or merchants who kept large herds (mean = 1260 camels) in semi-intensive operations and who marketed milk, meat and young camels on a regular basis. Type two herders were unspecialized merchants who kept medium-sized herds (mean = 86 camels) for family use without apparent commercial benefit. The third type of herders consisted of pastoralists or agropastoralists who kept smaller herds (mean = 14 camels) always with other animals (mainly sheep and goats, and occasionally cattle). Type four herders were classical camel merchants who also kept a relatively small group of camels (mean = 17 camels) in a feedlot for sale at a profit at the first opportunity.

The calving rate was 68%, the mean age at first calving was four years and four months and the mean intercalving interval was 20 months. The highest mortality was recorded in the period from birth to one year of age and averaged 17% in all the data. In large commercial herds, an additional age group with high mortality was the two- to three-year-old females in which up to 9% mortality was recorded. Most of the male camels were sold for meat at around one year of age and only 4.3% males remained in the herds.

■ INTRODUCTION

Camel breeding is a vital means to exploit unproductive lands in arid zones. Without this practice, most of the arid and marginal areas in northern and eastern Africa, Arabia and Asia will be abandoned (1, 12, 18). There is very little published information on camel ecology in Saudi Arabia (3, 4, 8) despite the antiquity of camel husbandry in this country (11, 15).

The present study was undertaken to generate base-line data on camel ecology and breeding in Qassim region, an area where most of Saudi camels are raised. The objectives of the study were: a) to describe the major herding strategies and camel breeds; b) to record production parameters of camels in the area; and c) to record the main constraints to camel production and define research priorities. In this paper the authors present information on herd structure and herding strategies, female reproductive performance, offtake and mortality.

1. Department of Veterinary Medicine, King Saud University, PO Box 1482, Buraydah, Saudi Arabia

* Corresponding author

■ MATERIALS AND METHODS

Two data sheets were used to collect information from cooperative camel breeders as described previously (1, 10). Briefly, the first sheet gathered general information on herd composition, nutrition, management, offtake and mortality. The second sheet recorded details of the reproductive performance of selected individual females, which included their age at first calving, the number of calvings, intercalving interval and fate of offspring.

The herds were selected randomly and the survey questions were asked of the most informed person available, usually the owner or the herdsman. Both sheets were only completed when the herd was actually in view, and information on females was solicited from the interviewee about the females he knew best. Small herds and herds managed by pastoralists were visited once, while large herds were visited two or three times in order to complete the survey sheets. The study lasted three months (September-November 1999). All information was obtained retrospectively and the recorded events concerned the year previous to the study.

The survey covered six districts, namely, Muzneb, Nefud, Tirag, Gibah, Butain and Buraydah (figure 1). The data were analyzed by



Figure 1: Survey locations in Qassim region, Saudi Arabia: 1. Muzneb; 2. Nefud; 3. Tirag; 4. Gibah; 5. Butain; 6. Buraydah.

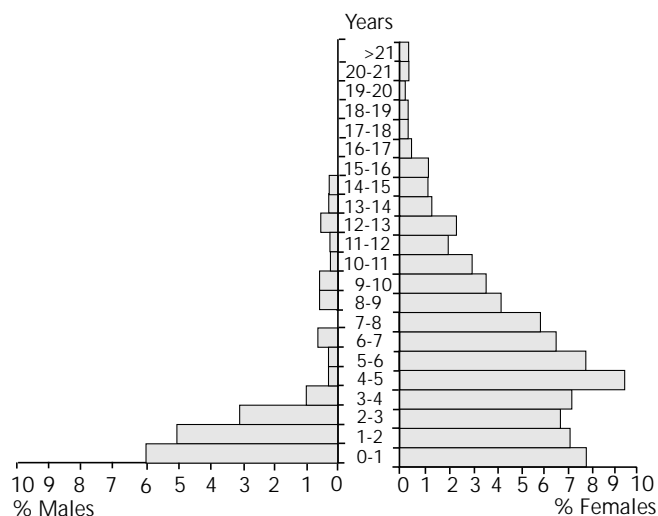


Figure 2: Global distribution of the camel herds in Qassim region, Saudi Arabia (n = 3288).

commercially available computer software (SPSS 9.0, Maxell). The purpose for keeping camels was utilized as the main criterion for an *a priori* classification of the surveyed herds into herd types, and ANOVA was used to test for differences ($p < 0.05$) in the recorded parameters.

RESULTS

Herd structure

Details were obtained from a total of 3490 camels belonging to 38 different herds giving an average herd size of 92 camels. Two of the herds were large company herds, one with 2100 camels and the other with 420. This left a total 968 camel distributed among 36 herds giving an average herd size of 27 camels per herd for the majority of breeders, who operated under the traditional husbandry system (see below). Eighty-six percent of the camels were born in the herd at the time of survey, and 14% had been purchased. Of the total number of surveyed camels (n = 3490), 2897 (83%) were females while 593 (17%) were males (figure 2). Seventy percent of the males were up to one year old. When female to male ratio was computed for breeding herds alone, i.e. neglecting herds of market-oriented herders (type four, see below), there were 92% females and 8% males.

Camel breeds

Table I presents a summary of the camel breeds encountered in the study area and their relative frequencies in the data. Camel breeds in Saudi Arabia are known by the color of their coat. The Mugaheem breed (black camel) was the most commonly encountered breed (67%) and appeared to be the first choice of breeders who commended it for its higher milk yield and faster weight gain. Wadha (white camel) was the second most frequently encountered camel breed (19%). This breed, also known as

Maghateer, was commended for its mild temper, agility and fastness. It is the main riding and racing camel in the region. The Sufr breed constituted 6% of the sample. This breed, or perhaps sub-breed, is a short rather stocky brown-coated animal, with attributes similar to those of the Wadha, which it surpasses in body weight but not in riding or racing performance. Another notable breed of camels encountered in the area was the Humr breed (3%). It is light brown, tall, and can attain a remarkable body weight. It is also a good rider and a load bearer, but it is not well known in Qassim region. The rest of the surveyed camels (5%) could be divided into three breeds, which could be best described as variable crosses between Mugaheem and the other breeds, particularly Wadha and Sufr.

Herding strategies

The pattern of ownership, notably the purpose for keeping camels, implied four distinct herding strategies or herd types for the husbandry of camels in the area and are described below.

Type 1: Commercial dairies

These were herds owned by an individual owner or a company. They consisted of two herds, comprising 420 and 2100 camels, respectively. Both owners managed other animals (poultry, horses, sheep and ostrich), but the camels were managed separately by contracted labor and technical staff (veterinarians, technicians, accountants, drivers, etc.). Both herds were managed rather intensively. Camels were grazed on irrigated pasture for about 6-8 hours a day and pen-fed on purchased or farm-grown fodder (alfalfa, Rhodes grass, Sudan grass) with feeding of concentrates to the lactating females and male studs. Dry camels and heifers relied on natural grazing with very little supplementation. The company-operated herd specialized in commercial sale of pasteurized and packed camel milk. The other herd sold fresh camel milk, but was more actively involved in the finishing of young male (and occasionally female) camels for slaughter. This latter herd was also a well-known source of racing camels.

Type 2: Prestige herders

The herds were owned by wealthy merchants, who apparently kept them for family prestige. They were rather large, established since

Table I

Distribution of surveyed camels according to breed in Qassim region (1999-2000)

Breed	%	Remarks
Mugaheem	67.0	Large black camels; mainly bred for milk and meat
Wadha	19.0	White camels; very docile; good riders and racers
Sufr	6.0	Brown or cocoa colored, stocky and rather short; poor milkers
Humr	3.0	Light brown or sand colored; can be very large and tall camels; good riders
Zarga	2.5	Black and white-haired camels; probably a Mugaheem-Wadha cross
Shagha	1.6	White and red-haired camels; probably a Wadha-Humr cross
Shaala	0.9	Reddish brown-haired camels; probably a Humr-Sufr cross

at least one generation, and continued to grow to their present size. There were no commercial activities associated with the herds. Young male camels were sold immediately after weaning, offered as gifts or slaughtered during ceremonies or family occasions. The survey included six herds of this type, which ranged between 25 and 220 camels with a mean herd size of 86 camels. The camels were managed alongside commercial herds of small ruminants, mainly sheep, which ranged in size between 400 and 3280 with a mean of 756 head. The owners of these herds usually cultivated large fields of barley, wheat, alfalfa and date palm. The camels were grazed on natural pasture for most of the day and were offered barley or wheat stalks and occasionally alfalfa hay in the pen. Milking females were sometimes offered barley grains, dates or pelleted feed.

Type 3: Pastoralist and agropastoralist herders

The herds were managed by pastoralists as well as by an emerging group of recently settled agropastoralists, who kept small herds of camels consisting chiefly of adult females and stud camels. The herd size ranged between 5 and 28 with a mean of 14 camels. The owners were individuals who adopted transhumance, moving into central Saudi Arabia in late winter to make use of the winter and spring pasture, especially during good years. Then, they moved back into the settlements in the northern parts of the Kingdom, where they spent the summer and the early part of winter. However, some of the herders in this category had recently settled and, at the time of the survey, were cultivating small plots of barley, alfalfa and date palm. Camels were grazed exclusively on natural pasture or on crop residues from other families or tribal kin who had settled. These herders always kept large flocks of sheep and goats (mean = 160; range 148-488 animals). The settled herders also kept a few cattle (mean = 3; range 2-8).

Type 4: Peri-urban feedlots

The camels were bred to be marketed in the shortest possible time and were managed by individual owners in the vicinity of major towns, sometimes close to the livestock markets. They consisted chiefly of young male camels one to three years of age with an occasional late pregnant or recently calving female intended for sale to another breeder or family who needed a milking camel. In 18 surveyed herds, the herd size ranged between 5 and 52 with a mean of approximately 17 camels. The herds were managed directly by the owner; a laborer was hired by the owners of larger herds to assist in feeding.

Reproductive performance

To study female reproductive performance, only females for which exact information could be obtained were included. The survey

was conducted on 106 females from type 1 herds, 45 females from type 2 herds and 26 females from type 3 herds. It was therefore also possible to compare the performances in the three herd types. The survey was not applied to type 4 herds because they consisted chiefly of male camels; also, the herders of this type had a poor knowledge of the history of the few female camels they occasionally dealt with.

The reproductive life of each female camel was divided into age categories and each reproductive event was ascribed to one of the age groups (figure 3). The average age at first calving was four years and four months. Thirty-six percent of the females had calved by the time they were four years old. Of these 9% calved for the first time at three years of age. When all the females were included and the number of births was related to the number of females, the calving rate was 68%. The abortion rate was 3.8%. The mean intercalving interval was 20 months for the compound data; this interval was 18 months in 44% and 24 months in 28% of the females in type 2 herds. Most (83.4%) of the calvings took place between November and March, while the rest of them occurred between May and August.

Offtake from camel herds

In this study, offtake was defined as the voluntary removal of animals from the herd, which usually meant slaughter for family use, sale or gift. Most of the males were sold between birth and two years of age (table II). This explains the low number of adult

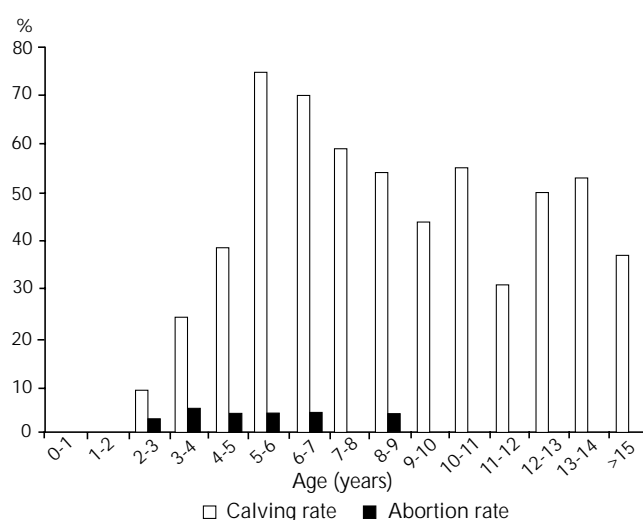


Figure 3: Reproductive rates in relation with the age of female camels in Qassim region, Saudi Arabia (n= 177).

Table II

Removal of camels from camel herds in relation to age in Qassim region, Saudi Arabia

Age class (years)	Males			Females		
	Num. surveyed	Num. removed	%	Num. surveyed	Num. removed	%
0-1	166	102	61	180	0	0
1-2	97	71	73.2	106	2	2.12
2-3	61	45	73.7	970	40	4.12
3-4	57	14	24.5	890	21	2.36
> 4	55	5	9.1	1440	151	7.01

male camels in the population. No females were sold at one year of age, but active female sale started at the age category 1-2 years to reach a peak at above 4 years of age. This category included most of the females in the survey. Reasons for higher sale among camels in this category included infertility, old age, abortion, mastitis and cash needs. Type 4 herders sold more female and male camels at a significantly younger age, while type 1 herders sold more 0-1 year-old males than the rest of the herds.

Mortality

A total of 593 camels had died during the year preceding the survey giving a crude mortality rate of 17%. The highest mortality rate was observed in the 0-1 year-old camels, mainly as a result of camel calf diarrhea, pox, ecthyma and starvation due to orphanage or dam rejection. Another peak of mortality was noticed in the 2-3 year-old females, particularly in the larger herds, which alone had 9% mortality in this age group (figure 4). Mortality causes included pox outbreaks, trypanosomosis, pneumonia and gastroenteritis. In older camels the main causes of death were pneumonia, trypanosomosis, snakebites, traffic accidents, pox, fractures, dystocia and poisoning due to accidental pesticide exposure.

DISCUSSION

The present investigation shows that, as a whole, the Saudi camel herd in Qassim region is an efficient breeding herd. This is perhaps in line with the noticeable increase in the population of camels

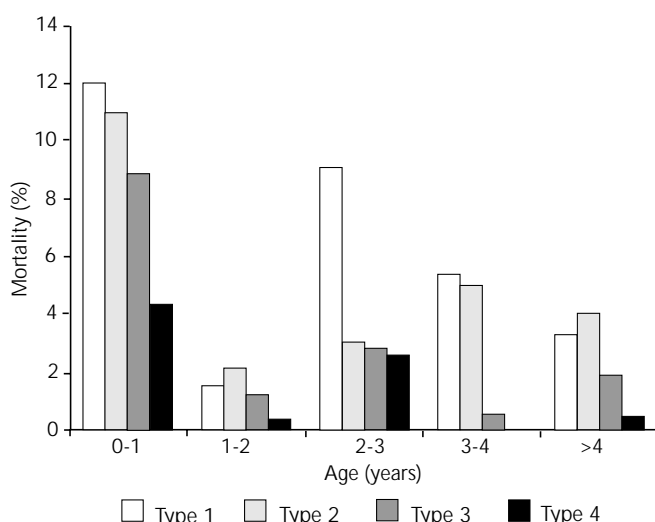


Figure 4: Crude mortality rate in 38 camel herds in relation with the herd type in Qassim region, Saudi Arabia.

witnessed recently in Saudi Arabia (13). In addition, camel breeding has attracted numerous wealthy families, who have acquired camels for family use, marketing only males at an early age, while the herds grow. Type 2 herds in the survey typified this practice. Camel meat and camel milk are popular items in the Saudi menu. This will no doubt encourage more investment in profit-oriented exploitation of camels. Two large herds of semi-intensively managed camels are already involved in the supply of milk and meat. However, the profitability of this type of camel management is debatable (12, 16). Management of the dairy-specialized herd described in this study expressed concern about the cost of producing camel milk. Costs of feed and management were the main sources for complaint. It was interesting to note that the price of camel milk of this dairy-specialized herd was twice as much as that of cow milk. The existence of real demand for camel milk in the country may attract new investors, particularly the owners of small herds, to enter this market in order to exploit the price margin while economizing in management.

The surveyed camels were breeding at a younger age than camels elsewhere, e.g. Sudan, northern Africa and Somalia (1, 12, 14). Not only females, but also male camels in Saudi Arabia were reported to acquire sexual maturity at an earlier age than that reported in other countries, most probably due to improved nutrition (3, 4). In this regard, most of the surveyed camels were given fodder either exclusively or after grazing, while some (herds of types 1, 2 and 4) also received concentrates or barley grains. Nutrition will perhaps constitute the biggest constraint to expansion in camel breeding (2, 4, 20) and might give a continuous advantage to the nomadic pastoralists who move their herds over large geographic areas in search of best grazing conditions (1, 11, 14). There is need for more research on camel nutrition, particularly diet composition, with emphasis on the use of crop residues to feed the notably increasing camel population.

An increasing number of camels in Qassim region were breeding annually, which led to mean intercalving intervals as short as 20 and 18 months in herd types 1 and 2, respectively. The annual calving rate was high (68%) compared to that of other famous camel keeping countries such as Sudan and Somalia (33-39%), where pastoralism dominates (10, 18, 19). However, the reproductive rates reported in this study must be considered with some reservations, since information was obtained on female camels which the owner or herdsman knew best. The purpose of this bias was to obtain reliable information, but it may have resulted in the selection of best performing camels.

The pattern of abortion as well as its rate is in line with an endemic brucellosis problem. Previous studies have indicated a prevalence of 4-7% of brucellosis reactor rate among camels in the Arabian Gulf countries (21). Brucellosis requires continuous monitoring, since in the absence of any regulation or trade restrictions on the

movement of infected camels flare-ups could occur. Several cases of human exposure to camel brucellosis have been documented in the area (7). Brucellosis can build-up in individual camel herds, leading to disastrous results with up to 25% abortions in a single season (5, 6).

The mortality rate reported in this study is within the expected range and is comparable to the rate recorded previously (1). Special attention needs to be directed to mortality among camel heifers. Pox appears to be the most common cause of mortality in

this group of animals in the Gulf countries (15, 21), followed by pasteurellosis due to *Pasteurella multocida* (21), helminthosis, trypanosomosis and traffic accidents along the across-country motorways. Camel calf diarrhea is a notable cause of death among camel calves in the first few months of life (6, 19). Research should be directed towards determining the etiology of this condition, particularly the roles of Enterobacteriaceae, rotaviruses and *cryptosporidia*, since there are claims incriminating all of these agents (9, 15, 17, 21).

REFERENCES

1. ABBAS B., CHABEU N., SAINT MARTIN G., BONNET P., MUSA B.E., 1992. Camel pastoralism in Butana and northeastern Sudan, an interdisciplinary study. *Nomadic Peoples*, **31**: 64-84.
2. ABBAS B., SAINT MARTIN G., PLANCHENAU D.D., BONNET P., 1993. Constraints to camel pastoralism in Eastern Sudan, a survey of pastoralists conceptions. *Sudan J. vet. Sci. Anim. Husb.*, **31**: 28-37.
3. ABDEL RAHIM E.A., 1997. Studies on the age of puberty of male camels in Saudi Arabia. *Vet. J.*, **154**: 79-83.
4. ABDEL RAHIM E.A., ABDEL RAHMAN A.E., ALNAZIER A.E., 1994. Production and reproduction of one-humped camels in Al Qassim region, Saudi Arabia. *J. Arid Envir.*, **26**: 53-59.
5. AGAB H., 1993. Epidemiology of camel diseases in eastern Sudan with emphasis on brucellosis. MSc Thesis, Faculty of Veterinary Science, University of Khartoum, Sudan.
6. AGAB H., ABBAS B., 1999. Epidemiology of camel diseases in eastern Sudan. *World Anim. Rev.*, **92**: 42-51.
7. AL HARTHI S.S., 1989. The morbidity and mortality pattern of *Brucella endocarditis*. *Int. J. Cardiol.*, **25**: 321-324.
8. ALIM K.A., 1981. Aspects of animal production in Saudi Arabia. *World Rev. Anim. Lit.*, **8**: 9-16.
9. BENGOU MI., BERRADA J., ROCHDI M., HIDANE K., DE LEFARGE F., FAYE B., 1998. Physiopathologie des diarrhées du chamelon au Maroc. Signes cliniques et perturbations métaboliques. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **51** : 277-281.
10. CHABEU N., ABBAS B., MUSA B.E., BESHIR H., BONNET P., 1989. Survey of camel raising in Butana. In: Proc. Int. Symp. Anim. Prod. in the Sudan, Khartoum, Sudan, 3-7 January 1989.
11. CLOUDSLEY-THOMPSON J.L., 1977. Man and the biology of arid zones. London, UK, Edward Arnolds.
12. DEJELLOULI M.S., SAINT-MARTIN G., 1992. Productivity and economy of camel breeding in Tunisia. In: Proc. First Int. Camel Conf., Dubai, United Arab Emirates, 13-16 February 1992.
13. Food and Agricultural Organization of the United Nations, 1993. The FAO year book of agriculture. Rome, Italy, FAO.
14. GAUTHTHIER-PILTERS H., DAGG A.I., 1981. The camel. Its evolution, ecology, behavior, and relationship to Man. Chicago, IL, USA, The University of Chicago Press.
15. HIGGINS A.J., 1986. The camel in health and disease. London, UK, Bailliere Tindall.
16. KNOESS K.H., 1977. The camel as a meat and milk animal. *World Anim. Rev.*, **22**: 39-44.
17. MAHIN L., SCHWERS A., CHADLI M., MAENHOUDT M., PASTORET P.P., 1983. Réceptivité du dromadaire (*Camelus dromedarius*) à l'infection par rotavirus. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **36**: 251-252.
18. REUSSE E., 1982. Somalia livestock economy: its response to profitable export opportunity. *World Anim. Rev.*, **43**: 2-11.
19. RICHARD D., 1980. Dromedary pathology and reproduction. In: Proc. IFS Symposium on Camels, Khartoum, Sudan, 6-9 December 1979. Stockholm, Sweden, IFS, p. 409-430. (Series 12)
20. WENSVOORT J., 1992. Desert plants and diets for race camels. In: Proc. First Int. Camel Conf., Dubai, United Arab Emirates, 13-16 February 1992.
21. WERNERY U., KAADEN O.-R., 1997. Infectious diseases of the camel. Berlin, Germany, Blackwell.
22. WERNERY U., WERNERY R., 1992. Uterine infections in the dromedary camel, a review. In: Proc. First Int. Camel Conf., Dubai, United Arab Emirates, 13-16 February 1992.

Reçu le 07.06.2000, accepté le 24.04.2001

Résumé

Abbas B., Al Qarawi A.A., Al Hawas A. Enquête sur des élevages de dromadaires dans la région de Qassim en Arabie saoudite : stratégies de conduite, productivité et mortalité

Une enquête a été effectuée sur 38 troupeaux de dromadaires dans la région de Qassim en Arabie saoudite afin d'étudier les paramètres de production et de reproduction, les différentes stratégies de conduite, l'exploitation et les contraintes de la production cameline. Les taux et les causes de mortalité dans les troupeaux enquêtés ont également été enregistrés sur une période d'une année. Quatre types distincts de stratégies de conduite ont pu être observés. Dans le premier, les troupeaux étaient de grande taille (en moyenne 1 260 dromadaires par troupeau), appartenaient à des sociétés ou à des marchands qui pratiquaient l'élevage semi-intensif et vendaient de manière régulière le lait, la viande et de jeunes dromadaires. Dans le type 2, les troupeaux étaient de taille moyenne (86 dromadaires en moyenne) et appartenaient à des marchands non-spécialistes qui les élevaient pour l'usage de la famille et apparemment sans but commercial. Dans le troisième type, les troupeaux étaient plus petits (14 dromadaires en moyenne) et appartenaient à des pastoralistes ou à des agropastoralistes qui possédaient toujours par ailleurs d'autres animaux (principalement des moutons et des chèvres et parfois des bovins). Dans le quatrième type, les troupeaux étaient aussi relativement de petite taille (17 dromadaires en moyenne) et appartenaient à des marchands de dromadaires typiques, c'est-à-dire qu'ils étaient élevés dans des lots d'engraissement et vendus avec profit à la première occasion.

Le taux de mise bas a été de 68 p. 100, l'âge moyen à la première mise bas de quatre ans et quatre mois et l'intervalle moyen entre mises bas de vingt mois. Le taux de mortalité le plus élevé a été enregistré dans la période de la naissance à un an. Pour l'ensemble, des animaux le taux de mortalité relevé a été de 17 p. 100. Dans les grands troupeaux commerciaux, une mortalité élevée (9 p. 100) a également été enregistrée chez les femelles âgées de deux à trois ans. La plupart des dromadaires mâles étaient vendus pour leur viande à environ un an d'âge et seulement 4,3 p. 100 des mâles restaient dans les troupeaux.

Mots-clés : *Camelus dromedarius* - Conduite d'élevage - Production animale - Ecologie - Arabie saoudite.

Resumen

Abbas B., Al Qarawi A.A., Al Hawas A. Encuesta sobre la cría de camellos en la región de Qassim, Arabia Saudita: estrategias de hato, productividad y mortalidad

Se llevó a cabo una encuesta en 38 hatos de camellos en la región de Qassim en Arabia Saudita, con el fin de estudiar los parámetros de producción y reproducción, las estrategias de hato, pérdidas y obstáculos a la producción de camellos. El estudio registra también la tasa y las causas de mortalidad en los hatos supervisados durante más de un año. Se descubrieron cuatro estrategias de hato distintas. Los productores tipo uno fueron compañías o mercaderes que mantenían grandes hatos (promedio de 1260 camellos) en operaciones semi intensivas y que comercializaban la carne, la leche y los camellos jóvenes en forma regular. El productor tipo dos fueron mercaderes no especializados, que mantenían hatos de tamaño medio (promedio de 86 camellos), para uso familiar sin beneficio comercial aparente. El productor tipo tres fueron pastoralistas o agropastoralistas que mantenían hatos más pequeños (promedio de 14 camellos), siempre en conjunto con otros animales (principalmente ovinos y caprinos y ocasionalmente bovinos). Los productores tipo cuatro fueron mercaderes de camellos clásicos, quienes mantenían un pequeño grupo de camellos (promedio de 17), en estabulación, para venta con beneficio a la primera oportunidad.

La tasa de parto fue de 68 %, la edad media al primer parto fue de cuatro años y cuatro meses y el intervalo entre partos promedio fue de 20 meses. La mayor mortalidad se registró durante el periodo del nacimiento a un año de edad, con un promedio de 17 % para la totalidad de los datos. En los hatos comerciales grandes, se observó un grupo adicional con alta mortalidad, el de las hembras entre dos y tres años de edad, con un registro de mortalidad de 9 %. La mayor parte de los camellos machos fueron vendidos para carne a la edad aproximada de un año, con una permanencia en el hato de únicamente 4,3 % de machos.

Palabras clave: *Camelus dromedarius* - Manejo de ganado - Producción animal - Ecología - Arabia saudita.

Le lait à Moundou, témoin de l'intégration marchande des systèmes pastoraux au sud du Tchad

G. Duteurtre ¹ A. Atteyeh ²

Mots-clés

Produit laitier - Pastoralisme - Commercialisation - Marché - Moundou - Tchad.

Résumé

Depuis 1980, l'importance de l'élevage dans la zone soudanienne du Tchad n'a cessé de croître à cause, notamment, de la descente de troupeaux transhumants du centre du pays vers le sud. L'approvisionnement des villes et des villages de la zone en produits laitiers représente une activité importante pour ces élevages. C'est sur cette base que se sont stabilisées des populations d'éleveurs pastoraux autour de la ville de Moundou. Ces élevages peuvent-ils répondre de manière durable à l'augmentation rapide de la demande urbaine ? Ces systèmes d'élevage se modifient-ils sous l'effet de l'intégration au marché ? Des enquêtes auprès de producteurs laitiers périurbains, de transformateurs laitiers, de commerçants et de consommateurs ont permis de mieux comprendre l'organisation de la filière. Les résultats ont souligné le dynamisme du commerce des produits laitiers traditionnels et l'importance des flux de produits entre les campements périurbains Peuls et les marchés de la ville (plus de 5 000 litres par jour). Ces systèmes d'élevage ont d'ailleurs révélé des capacités d'adaptation au nouveau contexte marchand, tout en restant attachés à leur mobilité, même sur de faibles distances. D'autre part, la filière est apparue fortement dynamisée par le secteur de la transformation laitière urbaine (fromagers et bars laitiers). Enfin, la concurrence des importations est assez faible en raison de l'enclavement de la zone et de la préférence des consommateurs pour les produits traditionnels. Cette présence de l'élevage pastoral n'est cependant pas exempte de problèmes, comme celui concernant l'occupation de l'espace. Les résultats de cette étude soulignent les besoins de renforcer les initiatives de concertation entre éleveurs et agriculteurs, de favoriser une organisation plus efficace du marché du tourteau de coton et le développement des petits ateliers de transformation.

■ INTRODUCTION

Le thème de l'insertion des systèmes pastoraux dans l'économie marchande en Afrique subsaharienne fait l'objet d'une littérature relativement abondante. Du Sahel à l'Afrique de l'Est, l'importance du commerce des produits laitiers dans l'économie pastorale est en général reconnue (4, 13). La part de ces systèmes dans la production laitière totale africaine est d'ailleurs estimée à 70 p. 100 (5).

Néanmoins, cette intégration au marché ne se fait pas toujours sans problèmes et les auteurs ne s'accordent pas tous entre eux sur les perspectives offertes par les systèmes pastoraux pour répondre au

formidable défi de la croissance urbaine. Les élevages laitiers pastoraux peuvent-ils contribuer de manière significative à l'approvisionnement des villes africaines ?

En Ethiopie, où la population humaine augmente nettement plus fortement que la population bovine, les élevages pastoraux seront à moyen terme incapables de produire des surplus suffisants pour participer de manière significative à l'approvisionnement des villes (4). De plus, Nell (10) estime que le potentiel de développement laitier des systèmes d'élevage pastoraux africains est insignifiant. D'autres auteurs soulignent au contraire que l'amélioration de l'alimentation des troupeaux en zone périurbaine pourrait permettre aux élevages pastoraux de répondre de manière compétitive à la demande urbaine, comme dans les villes du Nord Cameroun (11), de Mauritanie, de Djibouti ou du Sud marocain (6). La sédentarisation d'une partie de la famille ou d'une partie du troupeau laitier peut alors être une réponse adaptée à la demande du marché. D'autres études ont souligné les perspectives offertes par la collecte du lait en zone pastorale (14).

1. Cirad-emvt, Prasad, Laboratoire de Farcha, BP 433, N'Djamena, Tchad
Tél : +235 52 30 07 ; fax : +235 52 83 02 ; e-mail : duteurtre@cirad.fr

2. S/C Aden Darar Djibeh, BP 7310, République de Djibouti

Si l'on excepte les travaux de Le Masson (7) en République centrafricaine, peu d'études ont été réalisées sur le secteur laitier en zone soudanienne d'Afrique centrale. Pourtant, depuis 1980, le déplacement des éleveurs vers le sud, l'augmentation des surfaces cultivées et la forte croissance urbaine ont bouleversé le contexte dans lequel s'opère le commerce des produits laitiers (1). Plus récemment, la dévaluation du franc de la Communauté financière africaine (FCFA) en janvier 1994 a eu pour effet de renforcer, au moins pendant un temps, la compétitivité des productions locales.

Afin de mieux comprendre le rôle des systèmes pastoraux dans le commerce du lait en Afrique centrale, une étude a été menée sur la filière d'approvisionnement en produits laitiers de la ville de Moundou (sud du Tchad). Cette étude a fait l'objet d'un rapport de stage (2) dont les principaux éléments sont repris dans cet article. Après un rapide exposé de la méthode d'étude utilisée, l'article présente quelques résultats illustrant les évolutions des systèmes de production, de la commercialisation et de la demande. Une dernière partie discute des perspectives de l'étude en soulignant les défis de l'intégration au marché des systèmes pastoraux dans la zone des savanes d'Afrique centrale.

■ MATERIEL ET METHODES

L'étude des circuits d'approvisionnement en produits laitiers des villes africaines a été très largement abordée dans la littérature francophone grâce au concept de filière (3, 5, 8). La filière est définie comme « la succession d'activités étroitement imbriquées les unes par rapport aux autres, liées verticalement à un même produit ou à des produits voisins et dont l'objectif principal, dans les filières agroalimentaires, semble être de répondre aux besoins de la demande » (9).

L'approche filière prend en compte les itinéraires techniques (fonctions de production, de commercialisation, de transformation et de consommation), les stratégies et les relations des acteurs de la filière. Cette approche est particulièrement adaptée pour aborder dans leur diversité les systèmes d'approvisionnement de type traditionnel, artisanal ou moderne (5). Cinq niveaux d'investigation sont privilégiés :

- la décomposition des coûts et des marges dans la filière ;
- les diverses technologies utilisées (traditionnelles, artisanales, industrielles) ;
- les espaces de référence géographiques (local, national, régional, international) ;
- les modes de coordination entre clients et fournisseurs (prix de marchés, contrats, hiérarchies, monopoles, etc.) ;
- les logiques des acteurs (comportements sécuritaires, spéculatifs, etc.).

La présente étude s'est basée sur des entretiens directs, conduits aux mois de mai et de juin 1999, auprès des acteurs de la filière.

1. Enquête auprès des producteurs : un questionnaire fermé a été soumis à un échantillon de 43 producteurs laitiers localisés autour de Moundou. Leur choix a été fait au hasard, suite à des reconnaissances des environs proches et éloignées de la ville à l'intérieur du rayon de collecte.

2. Enquêtes sur les marchés : les produits vendus sur les marchés, dans les épiceries, dans les bars et par les vendeurs ambulants ont été identifiés. Afin d'évaluer les quantités commercialisées, des comptages ont été réalisés sur les marchés et sur les principales voies d'approvisionnement de la ville pendant une journée.

Les prix de vente au détail des produits traditionnels pratiqués au moment de l'enquête ont été listés. Les prix des autres produits, qui sont fixés à l'avance, ont été relevés dans les points de vente. Les variations saisonnières ont été estimées « au dire d'acteurs », c'est-à-dire sur la base de discussions avec les commerçants.

3. Enquêtes auprès des commerçants : cinq bars laitiers, deux fromageries et cinq importateurs ont été soumis à un questionnaire fermé et à un entretien ouvert.

4. Enquêtes auprès de consommateurs : dix-sept ménagères ont répondu à des questions selon un guide d'entretien semi-ouvert.

5. Pour compléter ces données d'enquêtes, des entretiens ouverts ont été conduits auprès des autorités publiques, de chercheurs et d'organisations non-gouvernementales.

■ RESULTATS

Avec 100 000 habitants et une économie plutôt dynamique, Moundou fait figure de capitale régionale dans la zone soudanienne du Tchad. La croissance démographique y est relativement élevée et les activités agricoles périphériques se développent assez rapidement. La population autochtone est en majorité N'Gambaye et comprend aussi une minorité significative d'habitants originaires du Nord. La ville est bordée au sud par le Logone qui sépare les préfectures du Logone occidental et du Logone oriental.

La ville est approvisionnée en lait local à partir d'un bassin laitier s'étirant le long du fleuve sur une vingtaine de kilomètres à la périphérie sud de la ville (figures 1 et 2). Seul le lait de vache fait l'objet d'un commerce significatif. Cette ceinture laitière est caractérisée par une remarquable unicité ethnique des éleveurs. Ce sont des éleveurs Peuls du centre (Fulata baguirmi) et de l'ouest (Fulata ouda et Fulata haoussa), installés avant 1984. Certains notables ou commerçants moundoulais possèdent aussi des troupeaux importants qui sont laissés en gardiennage à des Peuls. En échange, le bouvier perçoit un salaire et dispose de la production laitière du troupeau. Ces animaux participent aussi à l'approvisionnement laitier de Moundou.

A côté de cet élevage pastoral, dont les caractéristiques sont décrites ci-après, certains agriculteurs N'Gambaye pratiquent un petit élevage bovin sédentaire. Ces animaux sont destinés à la traction attelée et ne participent pas à l'approvisionnement laitier de Moundou. Ce petit élevage ne fait donc pas l'objet d'une discussion dans le présent article, même s'il n'est pas exclu que les agriculteurs de la zone puissent à l'avenir jouer un rôle dans le commerce du lait.

Les Peuls périurbains

Les résultats des enquêtes menées auprès de 43 tentes d'éleveurs Peuls permettent de mieux connaître les techniques d'élevage et les stratégies pastorales. Sur l'ensemble de l'échantillon, 60 p. 100 sont uniquement des éleveurs, alors que 40 p. 100 pratiquent aussi l'agriculture de manière saisonnière. Tous les éleveurs pratiquent la transhumance sur de courtes distances et sont localisés en périphérie de la ville au moins une partie de l'année. Plusieurs raisons ont été évoquées pour expliquer le choix des éleveurs de s'implanter en zone périurbaine : l'insécurité qui règne dans les campagnes isolées, l'attrait du mode de vie urbain et la proximité des débouchés pour les produits laitiers.

Tous les éleveurs enquêtés, à l'exception d'un seul, établissent leurs campements de saison des pluies sur la rive méridionale du fleuve, dans le Logone oriental. Les familles rejoignent ces

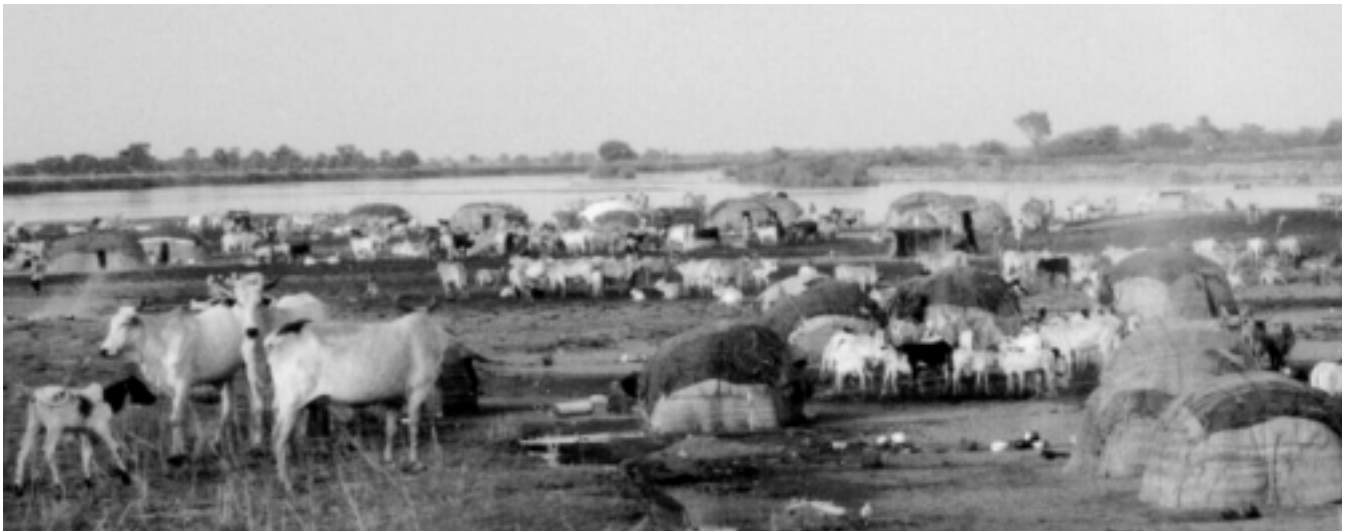
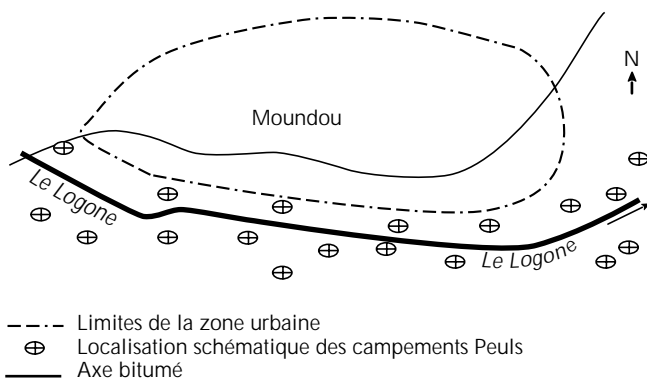


Figure 1 : campement Peul en bordure du Logone.



--- Limites de la zone urbaine
 ⊕ Localisation schématique des campements Peuls
 — Axe bitumé

Figure 2 : localisation des campements d'éleveurs autour de Moundou (carte schématisée).

emplacements pendant les mois de juin (37 p. 100 de l'échantillon) ou de juillet (60 p. 100). C'est en cette saison que les troupeaux laitiers sont les plus éloignés des centres de consommation. Certains sont même conduits à dépasser le rayon de collecte qui s'étend sur vingt kilomètres et représente huit heures de marche aller-retour. La quasi-totalité de l'espace périurbain est mise en culture et beaucoup d'éleveurs conservent uniquement à proximité de la ville les vaches laitières pendant que le reste du troupeau est confié à des bouviers salariés ou à des membres de la famille. De juin à janvier, les pâturages et les résidus de culture assurent une alimentation jugée suffisante par les éleveurs.

Après la saison des pluies, les campements rejoignent leurs sites d'attache sur la rive gauche du Logone, en bordure proche de la ville. Ces déplacements ont lieu en octobre (42 p. 100 des éleveurs enquêtés), en novembre (44 p. 100) ou plus tard. Les troupeaux bénéficient alors de ressources alimentaires plus réduites. Pour maintenir une bonne production laitière de mars à mai, les éleveurs ont recours à des compléments. Même si les éleveurs reconnaissent avoir des difficultés pour s'approvisionner en tourteau de coton, environ 80 p. 100 affirment en distribuer aux vaches en lactation durant au moins une période de l'année.

D'autre part, l'accès au pâturage s'inscrit dans les relations difficiles qui existent entre les éleveurs et les agriculteurs sur les mêmes terroirs. Selon les éleveurs, les surfaces de pâturages diminuent sous l'effet des feux de brousse et surtout à cause de l'aug-

mentation des surfaces emblavées. D'après eux, l'augmentation de la pression agricole serait due à la croissance démographique, aux nouveaux moyens de labour qu'offre la traction animale, à la mise en culture des couloirs de transhumance et des autres surfaces pâturées afin de bénéficier de la fumure, et à la priorité donnée par les chefs de cantons aux agriculteurs non-Peuls pour l'attribution des terres.

Valorisation du lait chez les Peuls

La traite est réalisée indifféremment par les époux (53 p. 100 des éleveurs visités), par les épouses (26 p. 100) ou par les enfants (21 p. 100). En revanche, dans tous les foyers visités, c'est la femme qui se charge de l'utilisation du lait : transformation, commercialisation et consommation familiale. La plupart des femmes font bouillir le lait juste après la traite.

Lorsqu'il n'est ni consommé ni vendu à l'état frais, le lait est laissé à fermenter pendant plusieurs heures, jusqu'à ce qu'il devienne acide. Le lait ainsi fermenté présente l'avantage de se conserver plusieurs jours à température ambiante et d'être plus facilement baratté.

Plusieurs techniques sont utilisées pour la fabrication du beurre. Chez les Fulata baguirmi, le lait fermenté est agité dans une grandealebasse fermée jusqu'à formation des granules de beurre. Chez les Fulata haoussa enquêtés, la technique utilisée est assurément plus performante. C'est la crème qui est barattée, non pas le lait fermenté. La crème recueillie en surface est versée dans unealebasse longue, de petite taille. Parfois, des cailloux peuvent être ajoutés dans laalebasse pour améliorer l'efficacité du barattage. Le barattage consiste alors à agiter laalebasse d'une main pendant que l'autre est laissée libre, le geste peut d'ailleurs être fait en position debout. Cette technique est donc beaucoup moins contraignante.

Lorsqu'elles ont réuni une quantité suffisante de lait, de lait fermenté ou de beurre, les femmes Peules se rendent à pied en ville pour écouler leurs produits (figure 3).

Un large éventail de produits

Les enquêtes sur les marchés montrent qu'un grand nombre de produits laitiers sont commercialisés à Moundou. Il s'agit, en



Figure 3 : livraison du lait à Moundou.

premier lieu, des produits traditionnels vendus par les femmes Peules : lait frais, lait caillé, beurre solide et beurre clarifié. On trouve aussi du lait fermenté sucré fabriqué et vendu par les bars laitiers. Certaines boutiques commercialisent des fromages frais de confection locale. Enfin, quelques épicereries de Moundou proposent des produits laitiers importés de type européen : de la poudre de lait, du lait concentré, du beurre pasteurisé et des fromages divers.

Le lait caillé (*rouaba*, en arabe local) est un lait fermenté écrémé. Il résulte du barattage total ou partiel du lait entier après fermentation. Lorsque le lait n'est pas baratté, le lait caillé est commercialisé après séparation de la crème présente à la surface (écrémage). Sur les marchés, la vente du lait caillé s'accompagne donc très fréquemment de la vente du beurre solide ou fondu (figure 4). Le beurre constitue un complément de revenu non négligeable pour les vendeuses de lait caillé.

Le lait caillé est très différent du lait entier fermenté (*rayib*, en arabe, ou, par abus de langage, yaourt local), commercialisé par les bars laitiers. Les femmes Peules ne semblent pas commercialiser le lait entier fermenté. Le tableau I présente la nomenclature des différents produits laitiers dans les trois langues parlées par les femmes Peules lors des enquêtes, l'arabe tchadien étant, de loin, la langue la plus utilisée sur les marchés.

D'après des sondages effectués le 2 juin 1999, le nombre de vendeuses de lait pénétrant dans la ville en une journée a été évalué à 373. Ces femmes portaient chacune en moyenne 12 litres de lait frais et de lait caillé répartis en 526 récipients dont 60 p. 100 contenaient le lait frais et le reste le lait caillé. Le marché de Moundou à cette saison peut donc être évalué à près de 5 000 litres par jour. Des enquêtes complémentaires sont néanmoins nécessaires pour affiner cette estimation, étant donné les importantes variations saisonnières.

Le lait frais, le lait caillé et le beurre sont vendus sur les marchés de la ville ou commercialisés directement auprès des ménages. Le lait frais fait l'objet d'un commerce particulier auprès des quelques unités de transformation urbaines.

Secteur de la transformation urbaine

Il y a plusieurs petits ateliers de transformation à Moundou. Ce sont les bars laitiers (plus de 20 ont été recensés) qui vendent du lait entier fermenté, ainsi que deux fromageries artisanales.

Les bars laitiers fabriquent leur lait entier fermenté à partir de lait frais local. La fermentation se fait assez simplement dans des seaux, sans contrôle du ferment. Il est servi dans des chopes en verre, accompagné de sucre. Outre le lait entier fermenté, ces bars proposent des jus de fruits et des boissons gazeuses industrielles. Tous les cinq fabricants de lait entier fermenté rencontrés lors de l'étude trouvent leur activité rémunératrice. Avec une moyenne de 47 litres vendus par jour, ces bars écoulent environ 25 p. 100 de la production laitière locale commercialisée à Moundou.

Deux mini-fromageries fabriquent du fromage à partir de lait de collecte. Leurs procédés de fabrication diffèrent radicalement et correspondent, pour chacune d'elles, à un savoir-faire spécifique.

L'une des deux fromageries est l'atelier de Halou Hissen, situé au centre-ville. Il fabrique un fromage à pâte molle torsadé du type de celui connu à N'Djamena sous le nom de Pont-Bélilé. H. Hissen est venu s'installer en tant que fromager à Moundou en 1984. Il est le neveu de Rahmat Ab El Bagui, fondateur de l'entreprise familiale Zina de Pont-Bélilé. Cette entreprise avait hérité d'une famille de commerçants syriens le secret de fabrication d'un fromage syrien connu sous le nom de Gibna matfoula. H. Hissen maîtrise parfaitement cette technique de fabrication qui utilise notamment de la présure importée, présentée dans des tubes de comprimés (Samia rennet tablet, for cheese making, Red Label, Samman & Kotoub, Damas, Syrie). Les quantités produites n'ont malheureusement pas pu être évaluées.

Le second type de fromage local vendu à Moundou est fabriqué par la communauté des sœurs de Donia, à 50 km de Moundou. Ce fromage à pâte molle se présente sous la forme d'une tome de 750 g environ. Là encore, il a été impossible d'évaluer les quantités produites. De plus, les auteurs n'ont pas été autorisés à visiter la fromagerie ni à discuter le procédé de fabrication de ce fromage (figure 5).

Pour comprendre le niveau de rentabilité de ces différentes entreprises de transformation, il convient d'étudier leur activité du point de vue comptable. A cette fin, les prix des différents produits sur les marchés de Moundou sont examinés ci-après.



Figure 4 : vente du lait caillé et du beurre.

Tableau I

Nomenclature des produits laitiers traditionnels commercialisés à Moundou (source : enquêtes)

Français	Arabe tchadien	Foufouldé	Haoussa
Lait (nom générique)	<i>Laban</i>	<i>Kossam</i>	<i>Madaro</i>
Lait frais	<i>Halib</i>	<i>Biradham</i>	<i>Nono</i>
Lait fermenté entier (yaourt local)	<i>Rayib</i> (ou <i>Birquib</i> en arabe littéraire)	<i>Nialloundé</i>	<i>Moddoudam ? Kindirmo</i>
Lait fermenté écrémé	<i>Rouaba</i>	<i>Pendidam (Mastam ?)</i>	<i>Dian Nono</i>
Beurre fermier solide	<i>Zibda</i>	<i>Lebol</i>	
Beurre fermier fondu	<i>Dihin baguar</i> (littéralement, huile de vache)	<i>Nebbam nait</i> (littéralement, huile de vache) ou <i>kainalam</i>	<i>Maï</i>



Figure 5 : fromage de Donia, un secret bien gardé.

Tableau II

Prix moyens du lait (en francs CFA par litre) sur différents marchés (d'après les personnes interrogées lors des enquêtes)

	Moundou	Donia	Bébalem	Laï
Saison sèche	233	167	167	133
Saison des pluies	200	133	133	100

Tableau III

Prix moyens du lait local et de la poudre sur le marché de Moundou (source : enquêtes)

	Saison des pluies (FCFA/litre)	Saison sèche (FCFA/litre)
Lait frais local	200	233
Poudre de lait <i>Nido</i> (en équivalent lait)	453	443
Rapport de prix : lait importé / lait local	2,2	1,9

Comptabilité de la filière

Le prix d'achat du lait frais est lié à la distance entre le lieu de vente et la ville. Sur les marchés situés en dehors de la zone actuelle de collecte il est très inférieur au prix de Moundou (tableau II).

En raison de l'enclavement du marché, la poudre de lait et les autres produits laitiers importés sont vendus à des prix élevés. La dévaluation du franc CFA en 1994 a d'ailleurs eu pour effet d'augmenter les prix relatifs de ces produits importés. Les coûts de transport varient avec l'état des routes et sont donc supérieurs en saison des pluies, période pendant laquelle le lait local est pourtant le moins cher. Le rapport des prix est donc globalement très favorable à la production locale, surtout en saison des pluies. Le tableau III indique les différentiels de prix constatés après enquêtes sur les marchés.

Les produits de luxe tels que le beurre de table ou les fromages sont aussi vendus à des prix élevés. Ce segment de marché est relativement étroit mais fortement rémunérateur. La cherté des importations permet aux transformateurs locaux de vendre leurs produits à des prix intéressants.

Le lait entier fermenté est vendu 600 FCFA le litre pour un prix d'achat du lait local variant entre 227 (saison des pluies) et 254 FCFA (saison sèche). H. Hissen commercialise son fromage au prix de 3 250 FCFA par kilogramme à une épicerie qui le revend au détail à 3 500 FCFA/kg, pour un prix de revient en

matière première d'environ 1 700 FCFA/kg. Le fromage de Donia est vendu 4 000 FCFA/kg par la mission catholique de Moundou. L'analyse rapide des comptabilités des transformateurs laitiers montre que cette activité est très rémunératrice.

Consommation des produits laitiers

Les enquêtes auprès des consommateurs montrent que les produits vendus par les Peuls sont utilisés selon des recettes traditionnelles : le lait caillé est incorporé dans la bouillie, le beurre est utilisé en cosmétique, notamment dans la chevelure, comme fortifiant pour les enfants ou bien dans la confection de sauces. Toujours selon les enquêtes, il semble que la réputation des femmes Fulata haoussa chez les consommateurs moundoulais soit bien meilleure que celle des autres femmes Peules du point de vue de l'hygiène des produits.

Des enquêtes sur un échantillon plus large de consommateurs auraient été nécessaires pour évaluer quantitativement les effets des caractéristiques socioprofessionnelles sur la consommation de produits laitiers. Toutefois, les résultats de cette étude permettent de désigner les populations originaires du Nord comme celles qui consomment le plus de produits laitiers. Ceci s'explique bien sûr par le fait que l'élevage laitier est pratiqué surtout par des éleveurs originaires du nord du pays. Mais ces habitudes se diffusent, notamment chez les jeunes, sous l'influence du mode de vie urbain et des bars laitiers.

Les deux fromages de confection locale sont très appréciés des expatriés de Moundou, mais aussi de quelques ménages urbains à hauts revenus. Ce marché repose donc aussi sur des habitudes de consommation liées au mode de vie urbain.

■ DISCUSSION

La figure 6 synthétise les résultats des enquêtes sur la filière d'approvisionnement en produits laitiers de Moundou.

Systèmes pastoraux en mutation

Des évolutions lentes, tant du point de vue des techniques d'élevage que du point de vue des techniques laitières, montrent que les élevages étudiés sont en mutation. Le recours au tourteau témoigne d'une intensification de l'élevage, liée à l'augmentation de la pression de pâturages et aux perspectives du marché laitier.

Cette intensification butte néanmoins sur des difficultés d'approvisionnement en intrants, notamment en aliments concentrés. En effet, le marché du tourteau n'est pas concurrentiel : la société Coton-Tchad alloue annuellement des quantités de tourteaux à différents commerçants. Ces commerçants revendent le tourteau (après plusieurs intermédiaires) aux utilisateurs : éleveurs ou agro-industriels nigériens. Alors que le prix de vente sortie usine était au moment de l'enquête d'environ 850 FCFA par sac, le prix payé par les éleveurs est de plus de 1 500 FCFA par sac (parfois plus de 2 000 FCFA par sac). Devant cette situation, l'Association pour le développement de l'élevage au Tchad (Adet), le ministère de l'Élevage et d'autres institutions ont demandé qu'un quota de sacs soit alloué aux éleveurs chaque année par un comité *ad hoc*. Malgré cet effort, le jeu politique semble être en faveur des commerçants puisque l'Adet n'a réussi à obtenir que 30 000 sacs en 1998. Toutefois, même au prix de 24,5 FCFA/kg, l'achat du tourteau semble intéresser les éleveurs.

Les techniques de transformation laitière Peules semblent elles aussi en évolution. Certains groupes d'éleveurs utilisent des techniques beaucoup plus élaborées que d'autres pour la fabrication

des produits. C'est le cas du chauffage du lait après la traite qui permet d'obtenir un lait qui se conserve plus facilement. C'est aussi le cas de la technique de barattage de la crème qui représente une innovation intéressante. En effet, le barattage du lait fermenté sans séparation de la crème demande un travail assez long et pénible qui se fait en position assise : le barattage de six litres de lait prend environ 35 minutes, pour un rendement beurrier de seulement 60 p. 100 (12).

Marché en expansion : rôle des petites et moyennes entreprises laitières

L'analyse du marché montre que les perspectives de commercialisation du lait sont intéressantes. Les produits laitiers traditionnels sont vendus par les producteurs à des prix relativement élevés en comparaison du prix des produits laitiers dans d'autres pays du monde. D'autre part, le marché des produits transformés locaux (lait entier fermenté, fromages) est en pleine croissance.

Les petites entreprises de transformation laitières sont les principaux acteurs du développement du marché laitier : ce sont elles qui créent les nouveaux débouchés pour le lait de collecte. Il existe d'ailleurs de grandes potentialités pour collecter du lait en dehors du rayon actuel. Le développement des bars laitiers pourrait entraîner le développement de collecteurs à vélo ou à mobylette, comme cela a été le cas à N'Djamena.

Plusieurs facteurs freinent la multiplication des petites et moyennes entreprises laitières. En premier lieu, l'activité des fromagers repose essentiellement sur leur savoir-faire. Le nonaccès à ce savoir-faire est une entrave au développement de cette activité. En second lieu, le développement des marchés du lait entier fermenté et des autres produits transformés de type européen est lié à l'évolution des caractéristiques de la demande. La diversification des habitudes alimentaires est un processus lent qui dépend de multiples facteurs parmi lesquels le niveau de vie des populations et l'évolution des modèles sociaux. Du statut de ville secondaire, Moundou pourrait rapidement évoluer vers celui de capitale régionale, ce qui se traduirait probablement par la multiplication des bars laitiers.

Conflits sur l'utilisation de l'espace

Les conflits entre éleveurs et agriculteurs sont évoqués de manière plus ou moins préoccupante selon les éleveurs interrogés. Ils peuvent être analysés aussi bien en termes de « gestion des ressources » que de « d'opposition politique Nord-Sud » (1). Ces conflits posent le problème de l'intégration des communautés d'éleveurs originaires du Nord au contexte agricole autochtone, ce dernier étant d'ailleurs constitué de systèmes agraires dans lesquels l'élevage est très présent. Des enquêtes complémentaires semblent nécessaires pour mieux évaluer l'importance, les causes et les modes de gestion de ces conflits. Pour être pertinentes, ces enquêtes devront à la fois être menées auprès des éleveurs, des agriculteurs et des autorités qui interviennent dans l'attribution des terres et la gestion des conflits.

■ CONCLUSION

L'étude de la filière d'approvisionnement en produits laitiers de la ville de Moundou témoigne d'une intégration marchande plutôt réussie des éleveurs pastoraux. Cette intégration est originale dans la mesure où elle repose sur la vente du lait liquide, alors que les systèmes pastoraux sont plus souvent orientés vers la vente du

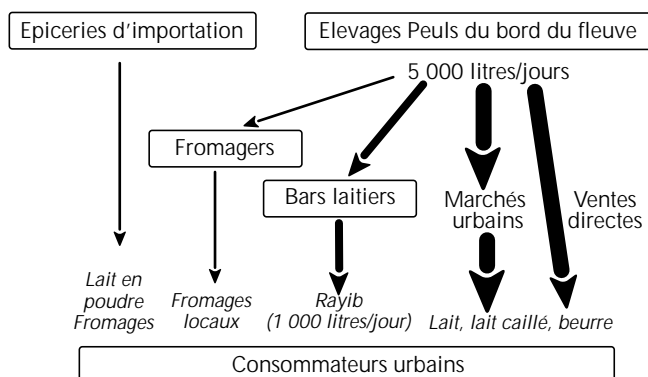


Figure 6 : schéma de la filière.

bétail ou de services (transport). Le commerce laitier se fait ici à la faveur de l'installation des éleveurs transhumants en zone périurbaine et grâce à une intensification des techniques d'élevage. Une organisation plus efficace du marché du tourteau de coton pourrait même favoriser davantage cette intensification.

Toutefois, malgré ces changements, les élevages Peuls des environs de Moundou restent fondamentalement marqués par leur caractère pastoral : mobilité des troupeaux, difficulté d'accès au foncier, faiblesse du niveau de scolarisation, logement sous tentes traditionnelles. Ainsi, l'attraction du marché et l'influence urbaine impliquent une adaptation des systèmes sans remettre en cause leur mode de vie traditionnel.

La valorisation du lait local se fait soit à travers la commercialisation directe des produits traditionnels par les femmes d'éleveurs (sous-filière fermière), soit à travers la transformation du lait de collecte par les fromageries ou les bars laitiers (sous-filière artisanale). Dans ce contexte, les systèmes pastoraux prouvent qu'ils sont en mesure de répondre à la croissance rapide de la demande urbaine.

L'aide aux petites entreprises laitières pourrait contribuer à dynamiser la filière. L'augmentation de la demande en lait de collecte pourrait susciter un développement de nouveaux modes de transport du lait (à vélo ou à mobylette) qui permettraient d'élargir le rayon de collecte. La commercialisation du lait par les agriculteurs sédentaires possédant un petit cheptel pourrait alors être envisagée.

Toutefois la présence de l'élevage pastoral dans la région pose un certain nombre de problèmes liés à l'occupation de l'espace. Des actions pourraient être menées pour encourager la concertation entre éleveurs et agriculteurs sur l'utilisation des ressources. Au-delà de l'intégration marchande, la question de l'intégration sociale et politique des élevages pastoraux reste posée.

Remerciements

Ces recherches ont été réalisées au Laboratoire de recherches vétérinaires et zootechniques (Lrvz) de Farcha dans le cadre du Pôle régional de recherches appliquées au développement des savanes d'Afrique centrale (Prasac).

BIBLIOGRAPHIE

- ARDITI C., 1999. Paysans Sara et éleveurs Arabes dans le sud du Tchad : du conflit à la cohabitation ? In : Barouin C., Boutrais J. Ed., L'homme et l'animal dans le bassin du lac Tchad. Paris, France, Ird Editions, p. 555-574.
- ATTEYEH SOUGAL A., 1999. Le rôle des systèmes pastoraux dans l'approvisionnement en produits laitiers des marchés de deux villes de la zone soudanienne du Tchad (Moundou et Sahr). Mém. Dess, Université de Paris XII, France, 47 p. + annexes
- CENTRES J.M., 1995. Stratégies de développement de la production laitière en Afrique. Tome 1 : Synthèse des études. Paris, France, Gret/ministère de la Coopération, 122 p.
- COPPOCK D.L., HOLDEN S.J., MULUGETA ASSEFA, 1992. Review of dairy marketing and processing in a semi-arid pastoral system in Ethiopia. In: Brokken R., Senait Seyoum Eds., Dairy marketing in Sub-Saharan Africa. Proc. Symp., ILCA, Addis-Abeba, Ethiopia, 26-30 novembre 1990. Addis-Abeba, Ethiopia, ILCA, p. 315-334.
- DUTEURTRE G., 1998. Compétitivité prix et hors-prix sur le marché des produits laitiers d'Addis-Abeba (Ethiopie). Thèse d'Agro-économie, Ecole nationale supérieure agronomique, Montpellier, France, 361 p.
- FAYE B., BENGOUNI M., HIDANE K., 1998. Le développement de l'élevage camelin laitier périurbain : l'exemple de Laâyoune (provinces sahariennes du Maroc). In : Atelier Marchés urbains et développement laitier, Cirad, Montpellier, France, septembre 1998.
- LE MASSON A., 1992. Données techniques et socio-économiques sur les fromageries artisanales en République centrafricaine. *Cah. Agric.*, 1 : 270-277.
- METZER R., CENTRES J.M., THOMAS L., LAMBERT J.C., 1995. L'approvisionnement des villes africaines en lait et produits laitiers. Rome, Italie, Fao, 102 p. (Production et santé animale, n° 124)
- MONTIGAUD J.C., 1989. Eléments de méthodologie des filières. In : Griffon M. Ed., Economie des filières en régions chaudes. Formation des prix et échanges agricoles. Montpellier, France, Cirad-mesur, p. 38-49.
- NELL A.J., 1992. An overview of dairying in Sub-Saharan Africa. In: Brokken R., Senait Seyoum Eds., Dairy marketing in Sub-Saharan Africa. Proc. Symp. ILCA, Addis-Abeba, Ethiopia, 26-30 novembre 1990. Addis-Abeba, Ethiopia, ILCA, p. 31-44.
- NJOYA A., LOKO DICKA B., 1997. Production laitière périurbaine des bovins au Nord Cameroun. In : Seiny Boukar L., Poulain J.F., Faure G. Eds. Agricultures des savanes du Nord Cameroun. Actes Atelier Garoua, Cameroun, 25-29 novembre 1996, p. 515-516.
- ROY L., GAUTHIER J., ABOUBAKAR M., LE MASSON A., 1998. La fabrication traditionnelle de beurre au Tchad. In : Atelier Marchés urbains et développement laitiers en Afrique subsaharienne, 9-10 septembre 1998. Montpellier, France, Cirad, 6 p.
- VATIN F., 1996. Le lait et la raison marchande, essai de sociologie économique. Rennes, France, Presses universitaires, 205 p.
- WALSHE M.J., GRINDLE J., NELL A., BACHMANN M., 1991. Dairy development in Sub-Saharan Africa: A study of issues and options. Washington, DC, USA, World Bank, 94 p. (Technical paper, No. 135)

Reçu le 11.04.2000, accepté le 01.02.2001

Summary

Duteurtre G., Atteyeh A. Market integration of pastoral systems in the south of Chad: Case of the milk trade in Moundou

Since 1980, livestock husbandry has steadily increased in the south of Chad, particularly because of transhumant herd moves from the center to the south of the country. Supplying cities and villages with dairy products is an important trade for the breeders. This trade was the foundation for pastoral breeders to settle down around the city of Moundou. Can such a livestock system respond in a sustainable way to the quickly growing demand of the population? Does it change as a result of integrating the market? Suburban dairy producers, dairy processors, salespersons and consumers were surveyed to better understand the organization of this subsector. Results show that the traditional dairy product trade is dynamic. More than 5000 liters originating from suburban Fulani settlements reach city markets every day. The livestock system is also adapting itself well to the new trade environment, while keeping its intrinsic mobility, even on short distances. In addition, urban dairy processors (cheese-makers and dairy bars) boost this subsector. Finally, there is not much competition with imports due to the area being enclosed and consumers' preference for traditional products. However, Fulani pastoralist settlements generate some conflicts on land use. This study shows the need to initiate more talks between livestock breeders and cotton producers, to reorganize the cotton oilseed cake market, and to develop small dairy-processing units.

Key words: Milk product - Pastoralism - Marketing - Market - Moundou - Chad.

Resumen

Duteurtre G., Atteyeh A. La leche en Moundou, testigo de la integración mercante de los sistemas pastoriles en el sur de Chad

Desde 1980, la importancia de la cría en la zona sudanesa de Chad no ha cesado de crecer debido, principalmente, al descenso de los hatos del centro hacia el sur del país. El abastecimiento de productos lecheros a las ciudades y pueblos de la zona, representa una actividad importante para estos establecimientos. Es sobre esta base que se establecieron poblaciones de criadores pastoriles alrededor de la ciudad de Moundou. ¿Pueden estos establecimientos responder de manera duradera al aumento rápido de la demanda urbana? ¿Serán estos sistemas de crianza modificados bajo el efecto de la integración al mercado? Encuestas realizadas con productores lecheros peri urbanos, transformadores de leche, comerciantes y consumidores, permiten una mejor comprensión de la organización de la filial. Los resultados muestran el dinamismo del comercio de los productos lecheros tradicionales y la importancia de los flujos de productos entre los campamentos peri urbanos Peuls y los mercados de la ciudad (más de 5000 litros por día). Estos sistemas de cría mostraron capacidades de adaptación al nuevo contexto mercantil, permaneciendo siempre ligados a su movilidad, incluso sobre distancias cortas. Por otro lado, la filial parece fuertemente dinamizada por el sector de la transformación lechera urbana (productores de queso y bares lecheros). Finalmente, la competencia de las importaciones es bastante baja, debido al enclave de la zona y a la preferencia de los consumidores por los productos tradicionales. Esta presencia de cría pastoril no está, sin embargo, exenta de problemas, como el que concierne la ocupación del espacio. Los resultados de este estudio subrayan las necesidades de reforzar las iniciativas de concertación entre criadores y agricultores, de favorecer una organización más eficaz del mercado de la torta de algodón, así como del desarrollo de los pequeños talleres de transformación.

Palabras clave: Leche - Producto lacteo - Pastoralismo - Mercadeo - Mercado - Moundou - Chad.