

Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux

Revue trimestrielle

ISSN 0035-1865

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

publiée

par le département d'élevage
et de médecine vétérinaire

du Centre de coopération internationale
en recherche agronomique pour le développement
Cirad-emvt

Directeur de la Publication : Joseph Domenech

Rédacteur en chef : Didier Richard

Edition : Marie-Cécile Maraval-Mollard

COMITE DE LECTURE

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

Rédaction et Publicité

Cirad-emvt

Campus international de Baillarguet, TA 30/B

34398 Montpellier Cedex 5, France

Téléphone : (0) 4 67 59 38 17 - Télécopie : (0) 4 67 59 37 97

marie-cecile.maraval-mollard@cirad.fr

Abonnements

Lavoisier

Brigitte Delestaing

14, rue de Provigny

94236 Cachan Cedex, France

(voir page 246 pour les tarifs)

abo@Lavoisier.fr

<http://www.Lavoisier.fr>

© Cirad, Montpellier, 2003

Imprimé par Jouve (France)

n° d'ordre : 335500K

Dépôt légal : octobre 2003

Sommaire

PATHOLOGIE INFECTIEUSE

169-173 Campylobactériose génitale bovine dans le Pantanal, Etat du Mato Grosso do Sul, Brésil. Pellegrin A.O., Lage A.P., Sereno J.R.B., Ravaglia E., Costa M.S., Leite R.C. (*en anglais*)

175 Hommage au Docteur Alain Provost (*en français*)

177-181 Traitement parentéral de mammites à *Streptococcus agalactiae* chez le dromadaire (*Camelus dromedarius*) au Kenya. Younan M. (*en anglais*)

183-187 Activités antibactériennes *in vitro* de *Cassia alata*, *Lantana camara* et *Mitracarpus scaber* sur *Dermatophilus congolensis* isolé au Bénin. Ali-Emmanuel N., Moudachirou M., Akakpo A.J., Quetin-Leclercq J. (*en français*)

PATHOLOGIE PARASITAIRE

189-195 Application séquentielle de lambda-cyhalothrine sur le bétail par la méthode ElectroDYN™. Résultats obtenus au Togo dans le cadre de la lutte contre la trypanosomose animale africaine. Batawui K., De Deken R., Bastiaensen P., Napala A., Hendrickx G. (*en français*)

RESSOURCES ANIMALES

197-209 Analyse de l'activité d'élevage bovin et transformation des systèmes de production en situation sylvopastorale algérienne. Madani T., Hubert B., Vissac B., Casabianca F. (*en français*)

211-219 Paramètres démographiques des bovins N'Dama en milieu pastoral extensif dans le sud du Sénégal. Ezanno P., Ickowicz A., Faye B. (*en anglais*)

221-228 Production et transformation du lait en région agropastorale au Sénégal : cas de la zone périurbaine de Kolda. Ba Diao M., Senghor C.D., Diao B., Thys E. (*en français*)

229-233 Impact des pratiques de traite des éleveurs sur la qualité sanitaire du lait de chamelle en Mauritanie. Tourette I., Messad S., Faye B. (*en français*)

235-240 Caractérisation de la performance de croissance des Namchi et des Kapsiki, races bovines camerounaises menacées de disparition. Ebangi A.L., Mbah D.A., Abba D. (*en anglais*)

241-245 Imagerie ultrasonographique pour le suivi du stade précoce de gestation chez le dromadaire (*Camelus dromedarius*). Sumant Vyas, Purohit G.N., Pareek P.K., Sahani M.S. (*en anglais*)

Contents

INFECTIOUS DISEASES

169-173 Bovine Genital Campylobacteriosis in Pantanal, State of Mato Grosso do Sul, Brazil. Pellegrin A.O., Lage A.P., Sereno J.R.B., Ravaglia E., Costa M.S., Leite R.C. (in English)

175 Homage to Doctor Alain Provost (in French)

177-181 Parenteral Treatment of *Streptococcus agalactiae* Mastitis in Kenyan Camels (*Camelus dromedarius*). Younan M. (in English)

183-187 *In vitro* Antimicrobial Activity of *Cassia alata*, *Lantana camara* and *Mitracarpus scaber* Against *Dermatophilus congolensis* Isolated in Benin. Ali-Emmanuel N., Moudachirou M., Akakpo A.J., Quetin-Leclercq J. (in French)

PARASITIC DISEASES

189-195 Sequential Application of Lambda-Cyhalothrin on Cattle with the ElectroDYN™ Method. Results Obtained in Togo in the Context of the African Animal Trypanosomosis Control. Batawui K., De Deken R., Bastiaensen P., Napala A., Hendrickx G. (in French)

ANIMAL RESOURCES

197-209 Analysis of Cattle Husbandry and Farming Systems Changes in an Algerian Sylvopastoral Area. Madani T., Hubert B., Vissac B., Casabianca F. (in French)

211-219 Demographic Parameters of N'Dama Cattle Raised under Extensive Range Management Conditions in Southern Senegal. Ezanno P., Ickowicz A., Faye B. (in English)

221-228 Milk Production and Processing in the Agropastoral Region of Senegal: Case of Kolda Suburban Area. Ba Diao M., Senghor C.D., Diao B., Thys E. (in French)

229-233 Impact of Breeders' Milking Practices on the Sanitary Quality of She-Camel Milk in Mauritania. Tourette I., Messad S., Faye B. (in French)

235-240 Characterization of Growth Performance of Namchi and Kapsiki Endangered Cattle Breeds of Cameroon. Ebangi A.L., Mbah D.A., Abba D. (in English)

241-245 Ultrasonographic Imaging to Monitor Early Pregnancy in the Camel (*Camelus dromedarius*). Sumant Vyas, Purohit G.N., Pareek P.K., Sahani M.S. (in English)

Sumario

PATOLOGIA INFECCIOSA

169-173 Campilobacteriosis genital bovina en Pantanal, estado de Mato Grosso del Sur, Brasil. Pellegrin A.O., Lage A.P., Sereno J.R.B., Ravaglia E., Costa M.S., Leite R.C. (*en inglés*)

175 Homenaje al Doctor Alain Provost (*en francés*)

177-181 Tratamiento parenteral de la mastitis por *Streptococcus agalactiae* en dromedarios kenianos (*Camelus dromedarius*). Younan M. (*en inglés*)

183-187 Actividades antibacterianas *in vitro* de *Cassia alata*, *Lantana camara* y *Mitracarpus scaber* sobre *Dermatophilus congolensis* aislado en Benin. Ali-Emmanuel N., Moudachirou M., Akakpo A.J., Quetin-Leclercq J. (*en francés*)

PATOLOGIA PARASITARIA

189-195 Aplicación secuencial del lambda-cialotrina sobre el ganado mediante el método ElectrodynTM. Resultados obtenidos en Togo en el cuadro de la lucha contra la tripanosomosis animal africana. Batawui K., De Deken R., Bastiaensen P., Napala A., Hendrickx G. (*en francés*)

RECURSOS ANIMALES

197-209 Análisis de la actividad de la cría bovina y transformación de los sistemas de producción en situación silvo patoril en Argelia. Madani T., Hubert B., Vissac B., Casabianca F. (*en francés*)

211-219 Parámetros demográficos del ganado N'Dama criado bajo condiciones de manejo extensivas en el sur de Senegal. Ezanno P., Ickowicz A., Faye B. (*en inglés*)

221-228 Producción y transformación de la leche en una región agropastoril de Senegal: caso de la zona peri urbana de Kolda. Ba Diao M., Senghor C.D., Diao B., Thys E. (*en francés*)

229-233 Impacto de las prácticas de ordeño de los criadores sobre la calidad sanitaria de la leche de la camella en Mauritania. Tourette I., Messad S., Faye B. (*en francés*)

235-240 Caracterización del rendimiento en el crecimiento de razas de ganado Namchi y Kapsiki en peligro de extinción en Camerún. Ebangi A.L., Mbah D.A., Abba D. (*en inglés*)

241-245 Imágenes ultrasonográficas para el monitoreo de la preñez precoz en el dromedario (*Camelus dromedarius*). Sumant Vyas, Purohit G.N., Pareek P.K., Sahani M.S. (*en inglés*)

Bovine Genital Campylobacteriosis in Pantanal, State of Mato Grosso do Sul, Brazil

A.O. Pellegrin^{1,2} A.P. Lage^{2*} J.R.B. Sereno¹
E. Ravaglia¹ M.S. Costa¹ R.C. Leite²

Key words

Cattle – Bull – *Campylobacter fetus* subsp. *venerealis* – Fluoroimmunoassay technique – Epidemiology – Pantanal – Brazil.

Summary

Prevalence of bovine genital campylobacteriosis was estimated in bulls of Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brazil. Preputial washings of 327 bulls from 19 farms were submitted to the direct fluorescent antibody test. One hundred seventy bulls (52.3%) from 17 farms (89.5%) were positive. There was no difference in the number of positive bulls when considering the various age groups. There was a significant difference in farms with areas larger than 15,000 ha ($\chi^2 = 6.40$; $df = 1$; $P = 0.01$) with an estimated relative risk of 1.33 ($1.07 < RR < 1.66$) compared to farms smaller than or equal to 15,000 ha. These results indicated that bovine genital campylobacteriosis was widespread in the studied region, probably as a result of management practices.

INTRODUCTION

With a herd of approximately 3.8 million animals, beef cattle breeding has been the most important economic activity for almost two centuries in Pantanal, the largest flooded plain in South America (5), which covers a 139,558 km² area (31). In Pantanal, Nelore bulls (purebred and zebu crossbred) are either animals culled from the breeding regions located in the margins of the plain or animals selected among the young males of the herd (28). Andrological examinations, libido tests and venereal disease diagnosis are rarely performed. Brucellosis is the only reproduction-related disease actually diagnosed. In Pantanal, the bull to cow ratio varies from 1:10 to 1:17, which renders difficult the acquisition of high quality bulls because of the huge number of bulls to be acquired each year (28). Due to the lack of infrastructure and skilled labor, artificial insemination has a limited use in Pantanal, stressing the importance of careful bull selection (27).

Bovine genital campylobacteriosis (BGC) is a venereal disease caused by *Campylobacter fetus* subsp. *venerealis* and characterized mainly by infertility and embryonic death, as evidenced by estrus repeated at irregular intervals, and by abortion (9). Bulls are asymptomatic carriers; the agent is found in the preputial mucosa and is transmitted to almost every susceptible female by mating or by contaminated semen (11). The occurrence of BGC both in bulls and in cows has already been reported in several Brazilian regions, with 8.0 to 72.3% infection rates (14). There is, however, very little data on the situation in Pantanal (25). The objectives of the present study were to estimate BGC prevalence in Pantanal region, Mato Grosso do Sul State, Brazil, and to evaluate the effects of animal age and farm size on the rates obtained.

MATERIALS AND METHODS

Sampling

Cluster sampling was used to assess BGC prevalence in Pantanal region, based on an estimated 56% prevalence (25), 95% confidence interval and 11% error (3). This option was chosen because there is no general register of animals and random sampling would have required visiting a large number of farms, covering large distances, thus increasing the cost of the survey. An average of 20 animals were sampled per cluster. An intracenter correlation coefficient of 0.20 was used to calculate the design

1. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal, Rua 21 de Setembro 188, 79320-900 Corumbá, MS, Brazil
Fax : +55 67 231 10 11; e-mail: aiesca@cpap.embrapa.br

2. Laboratório de Bacteriologia Aplicada, Núcleo de Pesquisa em Saúde Animal, Departamento de Medicina Veterinária Preventiva, Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Caixa Postal 567, 30123-970 Belo Horizonte, MG, Brazil
Fax: +55 31 34 99 20 80; e-mail: alage@vet.ufmg.br

* Author for correspondence

effect (23). The sample size was calculated using the correction for cluster sampling according to Cochran (8). The number of clusters to be sampled was calculated according to Otte and Gumm (23). This resulted in a sample size of 380 animals from 19 farms. The farms selected were randomly chosen from a list of those registered in EMBRAPA-Pantanal.

Preputial washings

Preputial washings were collected in phosphate buffered saline (PBS, pH 7.4) and stored at 4°C until the test was performed (17). Collections were obtained after a minimum of 15 days sexual rest.

Direct Fluorescence Antibody Test

The direct fluorescence antibody test (DFAT) followed the methods of Mellick *et al.* (21) and Winter *et al.* (38). Preputial washings were centrifuged at 600 xg for 10 min to obtain a supernatant, which was then centrifuged at 13,000 xg for 30 min. The sediment was resuspended in 500 µl PBS (pH 7.4) and homogenized. Two 20 µl samples of this suspension were placed within the marks of an immunofluorescence slide. The slides were air-dried at room temperature and fixed in acetone at -20°C for 30 min. They were then covered with 20 µl of an anti-*Campylobacter fetus* subsp. *venerealis* fluorescein conjugate (29) at 1/128 dilution, prepared in rabbit with *C. fetus* subsp. *venerealis* NCTC 10354 (10). After incubation at 37°C for 30 min in a moisture chamber, the slides were washed three times with PBS (pH 7.4) during 10 min to remove excessive conjugate. Buffered glycerin (pH 9.2) was used to mount the slides with a coverslip. The positive control was a *C. fetus* subsp. *venerealis* NCTC 10354 cultured in BHI agar (Difco, USA) at 37°C for 48 h in a microaerophilic environment. An epifluorescence microscope (Carl Zeiss, Germany) with 40x and 100x objectives was used to examine the smears. Preputial washings were considered positive when fluorescent bacteria with typical *C. fetus* morphology ("S"-, comma- or gull wing-shaped spiral bacteria) were found.

Farms area and animals age

To study the effect of their area (Table I) on the frequency of bulls positive to *C. fetus* DFAT, the farms were divided into two categories: < 15,000 ha and ≥ 15,000 ha. The influence of age was studied in 90 animals from three farms that were grouped into two categories: six years of age or less, and older than six years of age, considering that in Pantanal most bulls are found in this older age group (25).

Statistical analysis

Prevalence, confidence interval (CI), design effect and intraclass correlation coefficient were calculated according to Bennett *et al.* (3). Real prevalence was estimated according to Martin *et al.* (18), adjusting the test prevalence obtained, with 88.9% specificity and 92.6% sensitivity, previously determined for DFAT (10). The frequency distribution of bulls positive to *C. fetus* DFAT was compared in the various categories (age and farm area) using the chi-square test, using α error equal to 0.05 (30), and relative risk (RR) (18).

■ RESULTS

Some samples were lost during transportation to the laboratory and in some farms it was not possible to sample 20 bulls per farm; therefore, only 327 preputial washings were processed. Preputial washings from 171 animals were positive to *C. fetus* DFAT (52.3%) with a 95% confidence interval of 42.6 to 62.0% (Table I). Seventeen out of 19 herds sampled

had positive bulls, prevalence ranging from 14-75%. Only two animals were tested in each of the negative herds. Real prevalence was estimated at 51.7%, within the calculated confidence interval. The design effect (D) value and intraclass correlation coefficient (ρ) were 3.20 and 0.14, respectively. A significant difference was found between the frequency of bulls positive to *C. fetus* DFAT in the two farm categories ($\chi^2 = 6.40$; df = 1; P = 0.011) (Table II). The relative risk was estimated at 1.33 (1.07 < RR < 1.66) for farms larger than 15,000 ha. When animals six years of age or older were compared with younger animals, there was no significant difference in prevalence ($\chi^2 = 1.24$, df = 1; P = 0.26) (Table III).

Table I

Frequency of *Campylobacter fetus* DFAT-positive bulls, and area of the studied farms in Pantanal, Brazil

| Herd | Area (ha) | DFAT | | |
|-------|-----------|-------------------------|----------|-------|
| | | Num. of animals sampled | Positive | % |
| F1 | 6732 | 9 | 4 | 44.4 |
| F2 | 20,000 | 19 | 9 | 47.3 |
| F3 | 12,300 | 19 | 12 | 63.2 |
| F4 | 14,600 | 7 | 1 | 14.3 |
| F5 | 112,000 | 44 | 33 | 75.0 |
| F6 | 9000 | 2 | 1 | 50.0 |
| F7 | 36,700 | 2 | 0 | 0.0 |
| F8 | 16,400 | 19 | 12 | 63.2 |
| F9 | 13,781 | 2 | 0 | 0.0 |
| F10 | 1800 | 9 | 3 | 33.0 |
| F11 | 25,500 | 18 | 13 | 72.2 |
| F12 | 21,000 | 31 | 11 | 35.5 |
| F13 | 4400 | 39 | 20 | 51.3 |
| F14 | 25,000 | 15 | 11 | 73.3 |
| F15 | 14,300 | 19 | 10 | 52.6 |
| F16 | 26,000 | 12 | 4 | 33.3 |
| F17 | 29,422 | 20 | 13 | 65.0 |
| F18 | 9600 | 21 | 3 | 14.3 |
| F19 | 14,000 | 20 | 11 | 55.0 |
| Total | 412,535 | 327 | 171 | 52.3* |

DFAT: direct fluorescence antibody test

* 95% CI (42.6-62.0%)

Table II

Frequency of *Campylobacter fetus* DFAT-positive bulls by area of the farm in Pantanal, Brazil

| Area (ha) | DFAT | |
|---------------|----------|----------|
| | Negative | Positive |
| ≤ 15,000 | 82 | 65 |
| > 15,000 | 74 | 106 |
| Total samples | 327 | 171 |

DFAT: direct fluorescence antibody test

$\chi^2 = 6.40$; df = 1; P = 0.011; RR = 1.33 (1.07 < RR < 1.66)

Table III

Frequency of *Campylobacter fetus*-positive bulls by age group from three farms in Pantanal, Brazil

| Age group (years) | DFAT (%) | | Total |
|-------------------|----------|----------|-------|
| | Positive | Negative | |
| ≤ 6 | 20 | 8 | 28 |
| > 6 | 35 | 27 | 62 |
| Total | 55 | 35 | 90 |

DFAT: direct fluorescence antibody test

$\chi^2 = 1.24$; $df = 1$; $P = 0.26$

DISCUSSION

Results of the present study indicate that BGC was frequent in beef bulls used in the survey area. The 52.3% prevalence was higher than that reported in other Brazilian regions (12, 13, 14, 15). Although some reported results were similar, they were not comparable because some authors used non-probabilistic sampling (15) or only studied herds with a recent history of reproductive disorders (13).

Bovine genital campylobacteriosis is widely distributed in Argentina, where natural breeding is most common, similarly to the Brazilian system. The rate of *C. fetus*-positive herds in Argentina varies from 21 to 43% and the frequency of bulls infected by *C. fetus* subsp. *venerealis* varies from 15 to 23% (6, 34, 37).

The diagnosis sensitivity is directly related to the method, either isolation or DFAT, to the collection frequency and mainly to the way the material is packaged and transported from the farm to the laboratory (35). Repeated sample collection in the same animal decreases the chance of a false negative result (35). To obtain maximum sensitivity in DFAT the recommendation is to obtain three samples from the same animal at 15-day intervals, with sexual rest before and also between collections (14).

Bulls in this experiment were sampled only once, because the animals had no identification, management was difficult and returning to the farm would have increased the costs involved. Thus, the determined prevalence could have been higher if two or three samples had been collected from each animal (35).

Indeed, apparent prevalence (52.3%) was not overestimated. Having used a more flexible accuracy (11%) to estimate prevalence, the real prevalence (51.7%) was within calculated confidence interval (95% CI: 42.6–62%).

Prevalence studies can be based on the examination of a group of animals at a certain point in time or during a time interval. Both are valid expressions, providing information solely about the risk of an animal in that population to have the disease (32). In this experiment, sampling 19 farms estimated prevalence in the time period from April 1995 to November 1996. Samples were not obtained, however, in the period between December 1995 and March 1996, as it was not possible to reach the farms because the area was flooded.

There is no breeding season in most farms of Pantanal, and the bulls are kept with the cows the whole year round (36). Even so, there are parturition peaks suggesting the existence of a natural

breeding season in spring and early summer, October through January (1). This probably coincides with better pastures, allowing cows to gain weight and come into heat. Sample collections for the present study were obtained mainly during fall and winter months, the only period when all the farms can be reached by road. It is also the time when bulls have a natural sexual rest period.

The ρ value found in this study was close to that estimated by Otte and Gumm (23) for moderately contagious diseases, confirming that the 0.20 value is a good estimate to be used in calculating the sample size (number of clusters) when the true ρ is not known. On the other hand, McDermott and Schukken (20) indicate that the intracluster correlation coefficient can vary from 0.0017 to 0.46, although it is between 0.01 and 0.15 for most diseases, confirming what is suggested by Otte and Gumm (23) and was found in this study. In practice, BGC was homogeneously distributed in the population of the studied region, with a high rate of positive herds.

The intracluster correlation coefficient also influenced the calculation of the confidence interval (95%) that was more accurate (9.7%) than the confidence interval initially used to calculate the number of clusters. As a disease related to certain management practices, as natural breeding, bovine genital campylobacteriosis has a higher prevalence in farms where this practice is used. This correlation was found in the present study in all farms with natural breeding. Calculation of the design effect is based on sampling error, which is higher in cluster sampling (3). The design effect was influenced by the number of sampled clusters and by the irregular size of the samples in each. This resulted from material lost between collection and arrival at the laboratory and difficulties in gathering 20 bulls at the same time in some of the farms.

Problems related to sample transport are always a major obstacle in epidemiological studies in Pantanal that require sampling a large number of farms. Unpaved roads or even tracks are used to travel from a village to the farms. Thus, the time needed to reach the sampling site is increased, it is difficult to visit several farms in a short period of time and the costs of the sampling procedure are higher. As the region has no electricity, ice has to be transported from the laboratory to the farm in order to store the material under ideal temperature. As observed in this study, high values for the design effect have to be used in calculating the number of samples in studies that will be carried out in the region.

In only two of the farms infected bulls were not found. The samples obtained from these farms may not have been large enough to detect the disease. The high frequency of farms with infected animals shows once again that BGC is widespread in the region.

In Argentina, prevalence of bovine genital campylobacteriosis was thought to influence herd fertility (34). The authors report 65.2% incidence in farms with fertility problems and 35.2% in farms with unknown fertility, and consider that BGC is exerting a direct influence on reproduction rates. In the studied farms of Pantanal, however, fertility rates were not taken into consideration, as they were largely unknown because it was not a common practice to establish pregnancy diagnoses. In Pantanal, the birth rate is estimated by observing lactating cows or presence of calves. Perinatal mortality is also unknown as calves that were aborted, are weak or die at birth or fall prey to the wild carnivores of the region.

Bulls infected with *C. fetus* subsp. *venerealis* can markedly reduce herd fertility (22). A low calving rate was observed in the evaluation of a group of virgin heifers bred by infected bulls in the same region (24), results showing 59.3% calving rates, following pregnancy rates of 37 and 63% at 90 and 120 days, respectively.

The effect of the farm size on the occurrence of positive bulls may be related to the number of bulls being used and the number of subdivisions per farm. Cadavid Garcia (5) reports that farms with areas between 1000 and 3600 ha usually have a mean of four subdivisions, while farms with more than 14,400 ha have an average of 8.17 subdivisions, showing that while the farm size increases four times the number of subdivisions does not increase proportionally. In farms with areas between 1000 and 3600 ha, the average number of breeding cows and bulls was 325 and 30, respectively, and in farms with more than 14,400 ha this number was 3210 and 224. As multiple breeding is a common practice in Pantanal, the larger farms use almost twice as many bulls per subdivision than the smaller farms.

There is also a proportional increase in the number of older bulls (> 8 years of age); it is estimated that they represent 25% of the total number of bulls in the farm (25). This is probably also true for the other farms in the sample, although this information cannot be obtained in every farm because of the lack of individual animal identification. Due to social dominance, older bulls breed a larger number of cows (2), increasing the risk of infection by *C. fetus* (7, 26, 33).

Mainly because of the increase in prepuce crypts, older bulls are more susceptible to infection by *C. fetus*, as the microaerophilic conditions needed by the agent to survive in the prepuce are optimized (7). Although a relationship between the animal age and *C. fetus* infection can be found in some cases (7, 26, 33), this has not always been observed (4, 19). This is probably because bulls are considered to be young when they are 2 to 3 years of age, since 50% of the bulls are introduced in Pantanal at 30 months of age. A bull 5 years of age or older has already participated in at least two breeding seasons (28) and is still considered as young. Data collected in three farms of this study did not indicate any significant difference in the infection rates of old and young bulls. This is probably because bulls start breeding later in Pantanal than in other regions, at the age of 3.5 to 4.0 years, when the prepuce crypts are already well developed, and they are still considered young.

The high prevalence in the studied herds suggests that bovine genital campylobacteriosis is an important disease contributing to low reproduction rates of Pantanal cattle herds. It emphasizes the need for a higher number of bulls in the herd, as several matings may be required before an infected cow becomes pregnant (16). As a result, profitability from cattle breeding in the area has decreased because of increases in production cost, interval between calvings and age at first birth.

Acknowledgments

This study was supported by Embrapa Pantanal, by Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig) and by Fundação de Estudo e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootenia (FEP/MVZ Coordenação Preventiva). A.O. Pellegrin, A.P. Lage and R.C. Leite are indebted to Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) for the fellowships they were granted. We thank Dr Vítor S.P. Gonçalves for the critical reading of this manuscript, the farmers for making their herds available to the study and also the farm workers for their help during collection of field samples.

REFERENCES

1. ALMEIDA I.L., ABREU U.G.P., LOUREIRO J.M.F., COMASTRI FILHO J.A., 1996. Introdução de tecnologias na criação de bovinos de corte no Pantanal - Sub-região dos Paiaguás. Corumbá, MS, Brazil, EMBRAPA-CPAP, p. 1-50. (Circular técnica, 22)
2. BARLING K., WIKSE S., MAGEE D., THOMPSON J., FIELD R., 1997. Management of beef bulls for high fertility. *Compend. Contin. Educ. Pract. vet.*, **19**: 888-893.
3. BENNETT S., WOODS T., LIYANAGE W.M., SMITH D.L., 1991. A simplified general method for cluster surveys of health in developing countries. *World Health Stat. Q.*, **44**: 98-106.
4. BIER P.J., HALL C.E., DUNCAN J.R., 1977. Experimental infections with *Campylobacter fetus* in bulls of different ages. *Vet. Microbiol.*, **2**: 13-27.
5. CADAVID GARCIA E.A., 1986. Estudo técnico-econômico da pecuária bovina de corte do Pantanal Mato-grossense. Corumbá, MS, Brazil, EMBRAPA-CPAP, p. 1-150. (Documento, 4)
6. CIPOLLA A.L., CASARO A.P., TERZOLO H.R., ESTELA E.S., BROOKS B.W., GARCIA, M.M., 1994. Persistence of *Campylobacter fetus* subspecies *venerealis* in experimentally infected heifers. *Vet. Rec.*, **134**: 628.
7. CLARK B.L., 1971. Review of bovine vibriosis. *Aust. vet. J.*, **47**: 103-107.
8. COCHRAN W.G., 1977. Sampling techniques, 3rd edn. Toronto, Canada, Wiley, p. 428.
9. DEKEYSER J., 1984. Bovine genital campylobacteriosis. In: Butzler J.-P., Ed., *Campylobacter* infection in man and animals. Boca Raton, FL, USA, CRC Press, p. 181-191.
10. FIGUEIREDO J.F., PELLEGRIN A.O., FOSCOLO C.B., MACHADO R.P., MIRANDA K.L., LAGE, A.P., 2002. Evaluation of direct immunofluorescent antibody test for the diagnosis of bovine genital campylobacteriosis. *Rev. latinoam. Microbiol.*, **44**: 118-123.
11. GARCIA M.M., BROOKS B.W., 1993. *Campylobacter*. In: Gyles R.L., Thoen C.D., Eds, Pathogenesis of bacterial infections in animals, 2nd Edn. Ames, IA, USA, Iowa State University Press, p. 262-272.
12. GENOVEZ M., SCARCELLI L., PICONE A.B., 1996. Avaliação de dois métodos de coleta de muco prepucial no diagnóstico da campilobacteriose genital em touros. *Arq. Inst. Biol.*, **6**: 7-11.
13. JESUS V.L.T., TRES J.E., JACOB J.C.F., LATORRE L.B.L.M., SANTOS J.C.B. JR, 1999. Campilobacteriose genital bovina: ocorrência nos estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais. *Rev. Brasileira Ciênc. vet.*, **6**: 133-136.
14. LAGE A.P., LEITE R.C., 2000. Campilobacteriose genital bovina (vibriose). *Pecu. Corte*, **100**: 50-54.
15. LAGE A.P., PELLEGRIN A.O., COSTA G.M., MARTINS N.E., SILVA N., GOMES L.I., GUIMARAES P.H.S., LEITE R.C., 1997. Campilobacteriose genital bovina: 21 anos de diagnóstico na Escola de Veterinária da UFMG. *Rev. Brasileira Reprod. Anim.*, **21**: 164-166.
16. LEITE R.C., 1977. Avaliação de alguns métodos de diagnóstico e análise custo/benefício do controle da campilobacteriose bovina. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil, 38 p.
17. LEITE R.C., HADDAD J.P., COSTA G.M., PELLEGRIN A.O., RIBEIRO A.C.C.L., 1995. Técnica modificada para coleta de lavado prepucial de touros, para exame de tricomonose e ou campilobacteriose. *Rev. Brasileira Reprod. Anim.*, **19**: 434.
18. MARTIN S.W., MEEK A.L., WILLBERG P., 1987. Veterinary epidemiology. Principles and methods. Ames, IA, USA, Iowa State University Press, p. 1-343.
19. MCCOOL C.J., TOWSEND M.P., WOLFE S.G., SIMPSON M.A., OLM T.C., JAYAWARDHANA G.A., CARNEY J.V., 1988. Prevalence of bovine venereal disease in the Victoria River District of the Northern Territory - Likely economic effects and practicable control measures. *Aust. vet. J.*, **65**: 153-156.
20. MCDERMOTT J.J., SCHUKKEN Y.H., 1994. A review of methods used to adjust for cluster effects in explanatory epidemiological studies of animal populations. *Prev. vet. Med.*, **18**: 155-173.
21. MELLICHAMPE P.W., WINTER A.J., MCENTEE K., 1965. Diagnosis of vibriosis in the bull by the use of the fluorescent antibody technique. *Cornell Vet.*, **55**: 280-294.

22. NEWSAN I.D.B., 1960. Experimental *Vibrio fetus* infection in heifers. Part I. Infection and conception rates, and diagnosis. *Austr. vet. J.*, **36**: 426-431.
23. OTTE M.J., GUMM I.D., 1997. Intracluster correlation coefficient of 20 infections calculated from the results of cluster-sample surveys. *Prev. vet. Med.*, **31**: 147-150.
24. PELLEGRIN A.O., 2001. Campilobacteriose genital bovina na sub-região da Nhecolândia do Pantanal Sul Mato-grossense e proposição de novas técnicas de diagnóstico. Tese de Doutorado, Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil, 76 p.
25. PELLEGRIN A.O., SERENO J.R.B., LEITE R.C., COSTA G.M., SILVA E.C., 1998. Campilobacteriose genital bovina em touros do Mato Grosso do Sul. *Rev. Brasileira Reprod. Anim.*, **21**: 43-46.
26. PHILPOTT M., 1968. Diagnosis of *Vibrio fetus* infection in the bull. *Vet. Rec.*, **82**: 458-463.
27. ROSA A.N., 1997. Manejo e melhoramento genético. In: Catto J.B., Sereno J.R., Comastri Filho J.A., Orgs, Tecnologia e informações para a pecuária de corte no Pantanal. Corumbá, MS, Brazil, EMBRAPA-CPAP, p. 85-110.
28. ROSA A.N., MELO J., 1995. Levantamento da situação atual da produção de touros para o Pantanal Mato-grossense. Corumbá, MS, Brazil, EMBRAPA-CPAP, p. 1-9. (Comunicado técnico, 14)
29. RUCKERBAUER G.M., MALKIN K., MITCHELL D., BAULANGER P., 1974. Vibriosis: demonstration of *Vibrio fetus* and *Vibrio bubalus* organisms in preputial fluid by immunofluorescence and culture techniques. *Can. J. comp. Med.*, **38**: 321-327.
30. SAMPAIO I.B.M., 1998. Estatística aplicada a experimentação animal. Belo Horizonte, Brasil, Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, 221 p.
31. SILVA J.S.V., MORAES A.S., SEIDL A.F., 2001. Evolução da agropecuária no Pantanal Brasileiro, 1975-1995. Corumbá, MS, Brazil, EMBRAPA-CPAP, 157 p.
32. SMITH R.D., 1994. Veterinary clinical epidemiology. Boca Raton, FL, USA, CRC Press, 234 p.
33. SOTO P., DICK A., 1983. Campylobacteriosis: infección experimental de toros jóvenes. *Revista Med. vet.*, **64**: 166-169.
34. SOTO P., DI ROCCO M.J., 1984. Campylobacteriosis bovina: Prevalência en diversas zonas de la Republica Argentina. *Rev. Invest. Agropecu.*, **19**: 273- 279.
35. STOESSEL F., 1982. Las enfermedades venereas de los bovinos: Trichomoniasis y vibriosis genital. Zaragoza, Espagne, Acribia, 163 p.
36. TULLIO R.R., 1986. Período de monta para o Pantanal Mato-grossense, sub-região dos Paiaguás. Corumbá, MS, Brazil, EMBRAPA-CPAP, p. 1-4. (Pesquisa em Andamento, 7)
37. VILLAR J.A., SPINA E.M., 1982. Campylobacteriosis (vibriosis) bovina. Una recopilación de datos sobre su incidencia en el período 1966-1981. *Gac. vet.*, **44**: 659-657.
38. WINTER A.J., SAMUELSON J.D., ELKANA M.A., 1967. Comparison of immunofluorescence and cultural techniques for demonstration of *Vibrio fetus*. *J. Am. vet. Med. Assoc.*, **150**: 498-502.

Reçu le 11.10.2002, accepté le 18.09.2003

Résumé

Pellegrin A.O., Lage A.P., Sereno J.R.B., Ravaglia E., Costa M.S., Leite R.C. Campylobactériose genital bovina dans le Pantanal, Etat du Mato Grosso do Sul, Brésil

La prévalence de la campylobactériose génitale bovine a été estimée chez des taureaux au Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brésil. La recherche des anticorps par immunofluorescence directe a été effectuée avec les prélèvements des lavages des prépuces de 327 taureaux appartenant à 19 élevages. Ce test a révélé 170 taureaux (52,3 p. 100) positifs, provenant de 17 élevages (89,5 p. 100). Il n'y a pas eu de différence dans le nombre de taureaux positifs lorsque les différents groupes d'âge ont été considérés. En revanche, il y a eu une différence significative dans les élevages de plus de 15 000 ha ($\chi^2 = 6,40$; $df = 1$; $P = 0,01$), avec un risque relatif estimé de 1,33 ($1,07 < RR < 1,66$), par rapport aux élevages de 15 000 ha ou plus petits. Ces résultats ont indiqué que la campylobactériose génitale bovine était répandue dans la région étudiée et était probablement liée au mode de gestion des troupeaux.

Mots-clés : Bovin – Taureau – *Campylobacter fetus* subsp. *venerealis* – Technique fluoroimmunologique – Epidémiologie – Pantanal – Brésil.

Resumen

Pellegrin A.O., Lage A.P., Sereno J.R.B., Ravaglia E., Costa M.S., Leite R.C. Campilobacteriosis genital bovina en Pantanal, estado de Mato Grosso del Sur, Brasil

La prevalencia de la campilobacteriosis genital bovina fue estimada en toros de Pantanal, estado de Mato Grosso del Sur, Brasil. Los lavados de prepucio de 327 toros de 19 fincas se sometieron al test de fluorescencia directa de anticuerpos. Ciento setenta toros (52,3%) de 17 fincas (89,5%) fueron positivos. No hubo diferencia en el número de toros positivos cuando se consideraron los diferentes grupos de edad. Hubo una diferencia significativa en fincas con más de 15 000 ha ($\chi^2 = 6,40$; $df = 1$; $P = 0,01$), con un riesgo relativo estimado de 1,33 ($1,07 < RR < 1,66$) comparado con fincas más pequeñas o iguales a 15 000 ha. Estos resultados indican que la campilobacteriosis genital bovina está altamente distribuida en la región estudiada, probablemente como resultado de las prácticas de manejo.

Palabras clave: Ganado bovino – Toro – *Campylobacter fetus* subsp. *venerealis* – Técnica de inmunofluorescencia – Epidemiología – Pantanal – Brasil.

Dictionnaire raisonné de Biologie

Jean-Louis Morère
Raymond Pujol

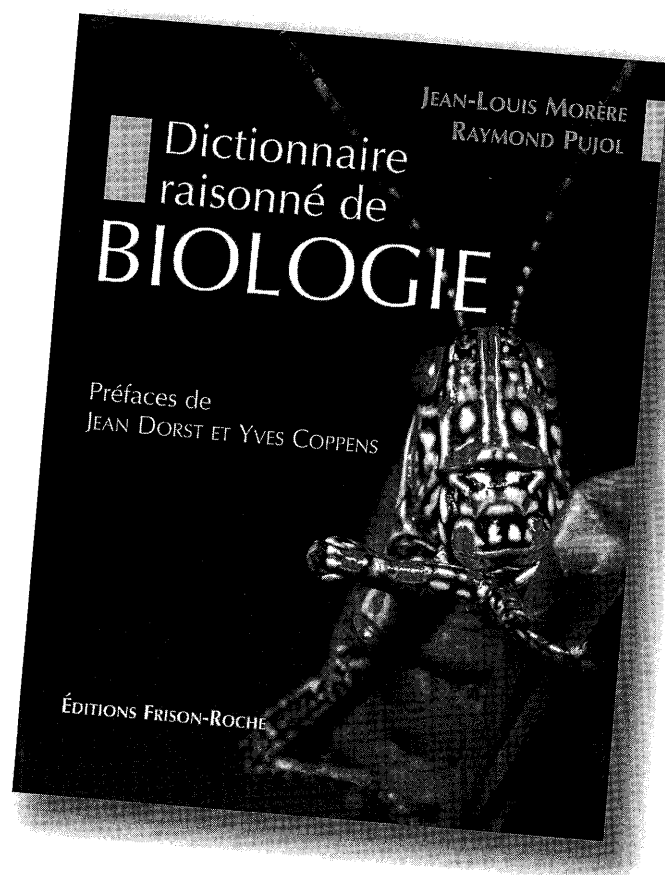
Préfaces de Jean Dorst
et Yves Coppens

Ce dictionnaire – raisonné – définit plus de 5 000 mots et locutions appartenant au champ de la biologie. Il est enrichi de 270 grands dossiers développant un grand thème (ex. Ogm, parasitisme animal, différenciation du sexe, champignons, fonctionnement des écosystèmes, origine de l'homme, hormone, thermorégulation, cycle de l'azote). Si 30 p. 100 des entrées sont consacrées à la biologie cellulaire et moléculaire, 10 p. 100 des entrées concernent l'environnement (dynamique des populations, indicateur biologique, niche écologique, etc.).

Les auteurs francophones, de renommée internationale – français, canadiens ou belges – ont eu un souci pédagogique permanent en choisissant les mots et les notions clés, et les phénomènes majeurs essentiels à la compréhension des êtres vivants, à leurs comportements et à leur évolution. Accessible et dense, par la qualité des informations qu'il fournit, par son exhaustivité, ce livre « monumental » devient le premier dictionnaire de référence sur la biologie.

De l'infiniment petit à l'infiniment grand, depuis la cellule et ses composants jusqu'à l'étude de l'environnement, ce dictionnaire traite de la biologie dans sa totalité : biologie animale, biologie cellulaire, biologie du développement, biologie végétale, écologie, éthologie et ethnobiologie, physiologie animale, physiologie végétale. Chaque domaine a été rédigé sous la direction de responsable de rubriques qui ont coordonné le travail de 40 auteurs.

Une abondante iconographie inédite et totalement originale (plus de 1 200 tableaux, photographies et dessins en couleurs) renforce l'intérêt didactique de l'ouvrage qui s'impose à la fois comme outil pédagogique et comme une référence désormais indispensable.



Année 2003
Livre relié cartonné sous couverture 4 couleurs
1 250 pages en grand format (220 x 280 mm)
195 euros (frais d'expédition : 8 euros)

Pour commander
Editions Frison-Roche
18, rue Dauphine
75006 Paris
France
Tél : + 33 (0)1 40 46 94 91
Fax : + 33 (0)1 46 34 70 51

Alain PROVOST

1930-2002

Vétérinaire contrôleur général honoraire



C'est avec une immense peine que nous avons appris le décès d'Alain Provost dans la nuit du 24 au 25 novembre 2002, à Ezy-sur-Eure. Il avait 72 ans.

Alain Provost fut un scientifique humaniste.

Son humanisme se révéla pour nombre d'entre nous par le souvenir d'un homme de cœur, de dialogue, toujours à l'écoute, toujours disponible, sa porte toujours ouverte en a été le symbole.

Sa famille a été pour lui de première importance. Profondément éprouvé par ses malheurs, il n'en parlait pas et avec Josette, son épouse, ils tenaient à rester les mêmes, attitude qu'il a conservée aux plus durs moments de sa maladie.

Très attachés à leurs racines normandes, ils étaient fiers de leur chaumière, lieu d'accueil qui laissait aux étrangers un souvenir marquant de leur séjour en France. En évoquant ces souvenirs, ils aiment à nous rappeler les fromages qu'Alain, qui fut chevalier du taste-fromage, leur faisait déguster.

Ancré dans sa commune d'Ezy-sur-Eure, il en fut maire-adjoint et créa le musée du peigne, spécialité de sa région, ce qui lui permit de lancer un projet avec l'Afrique, sa deuxième patrie, en projetant de former grâce aux anciens d'Ezy et à leur matériel, désormais inutile en France, des fabriques artisanales avec les cornes de bœufs Bororo ou Ankolé disponibles sur place.

Après ses études à Maisons-Alfort (promotion 1953), son doctorat vétérinaire, et après avoir enseigné

la microbiologie à l'Institut Pasteur à Paris, il fut affecté au Tchad où il se révéla homme de science curieux de toutes les maladies tropicales, tout en se spécialisant dans les grandes épizooties, fort meurtrières à l'époque ; il obtint dans un même temps son *Derbh* ¹. Il fut nommé directeur du laboratoire de Farcha de 1969 à 1976.

Lié avec les hommes de terrain, il a toujours voulu leur faciliter la tâche en tenant compte des contraintes locales africaines. Ce fut le cas des diagnostics dont il étudia la fiabilité, leur facilité et leur rapidité, et surtout des vaccins. Il a en effet reconnu très tôt que l'éloignement entre les lieux de vaccinations et les postes vétérinaires ainsi que la chaleur étaient deux obstacles à la lutte, voire à l'éradication des épizooties. Pour cela, il introduisit le vaccin tissulaire en remplacement du vaccin capripéste, qui nécessitait d'abord des troupeaux de chèvres que les vétérinaires poussaient à travers la brousse, et ultérieurement des vaccins lyophilisés mais avec forte mortalité. Le vaccin tissulaire, lyophilisé était thermosensible et, étant donné les distances et les difficiles voies de communication, nécessitait une énorme logistique du froid. Il réussit à apporter au vaccin la thermorésistance en clonant les souches de virus les plus résistantes à la chaleur, puis en apportant le sulfate de magnésium comme reconstituant.

Le coût des vaccins étant marginal par rapport à la logistique de terrain, il s'attaqua à la polyvalence et cela donna le « Polavia », association de trois valences contre les maladies de volailles, et le « Bisec »

qui permet à la fois la lutte contre la peste bovine et la péripneumonie bovine (divisant ainsi les coûts d'intervention par deux).

Il fut en 1977 rappelé en France comme directeur général de l'Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, qui devint progressivement le Cirad-emvt². Agé de seulement 47 ans, il réussit néanmoins à s'imposer grâce à son ouverture d'esprit et à son sens du dialogue et de l'amitié.

Il dut se consacrer alors à de nombreuses tâches administratives, notamment avec la naissance du Cirad, mais, grâce à sa force de travail (à 4 h 30 il était déjà à son bureau, pour travailler en toute tranquillité à l'abri des visiteurs et surtout du téléphone), il a toujours gardé un regard sur la science en animant notamment l'équipe de microbiologistes et en restant expert international. C'est ainsi qu'en 1980, alors que la peste avait presque entièrement disparu, elle a resurgi brusquement et c'est tout naturellement que les instances françaises et internationales firent appel à lui pour lancer une campagne d'urgence. Son rapport pour lancer cette campagne, puis sa pérennisation restent un monument de l'épizootologie. Il contribua ensuite au développement du concept, puis à la mise en place du contrôle panafricain de la qualité des vaccins.

Parallèlement, il renforça les liens avec la recherche agronomique internationale. Il fut président du conseil scientifique de l'Ilca³ et participa à la revue externe de l'Illrad⁴.

Bien entendu, il consacra une partie de son temps à l'enseignement aussi bien en France qu'à l'étranger (il était notamment professeur émérite de la faculté vétérinaire d'Onderstepoort en Afrique du Sud). Ses élèves, ou plutôt ses amis, restèrent en relation avec lui jusqu'à ses derniers jours. Ils lui restent reconnaissants de sa contribution exceptionnelle qui a permis la protection sanitaire de leur cheptel.

Il devait quitter son activité en 1988 ; mais pouvait-on parler de retraite pour lui. De nombreuses

demandes d'expertises lui ont été faites, en particulier en provenance de la FAO⁵, tant son aura professionnelle permettait d'affirmer les décisions à prendre. C'est ainsi qu'il fut le leader pour l'élaboration du programme global d'éradication de la peste bovine et qu'il fit de nombreuses expertises pour la péripneumonie contagieuse bovine. Parallèlement, il resta conseiller scientifique principal de la FIS⁶ dont il aimait à souligner toute l'importance pour l'aide, par l'intermédiaire de bourses, qu'elle apportait aux jeunes chercheurs les plus prometteurs des pays en voie de développement.

Discret sur ses mérites, il a cependant eu la reconnaissance du gouvernement français exprimée par de hautes décorations (officier de la Légion d'honneur, officier dans l'ordre national du Mérite, commandeur du Mérite agricole) ; plusieurs Etats africains lui ont également décerné leurs décorations. Au plan scientifique, nombre de médailles françaises, étrangères et internationales lui ont également été attribuées.

Membre de nombreuses sociétés scientifiques et auteur de très nombreuses publications, il a marqué le monde de la médecine vétérinaire tropicale.

Merci Alain pour tout ce que tu as fait pour la Vétérinaire et pour l'Afrique.

Georges TACHER

¹ Diplôme d'études et de recherches en biologie humaine

² Département d'élevage et de médecine vétérinaire du Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement

³ International Livestock Center for Africa

⁴ International Laboratory for Research on Animal Diseases

⁵ Food and Agriculture Organization of the United Nations

⁶ Fondation internationale pour la Science

Parenteral Treatment of *Streptococcus agalactiae* Mastitis in Kenyan Camels (*Camelus dromedarius*)

M. Younan¹

Key words

Camelus dromedarius – *Streptococcus agalactiae* – Mastitis – Therapy – Kenya.

Summary

Intramammary *Streptococcus agalactiae* infections in nine camels (*Camelus dromedarius*) were treated by a three-day course of intramuscular injection with three different antibiotics to assess whether this route of application had any effect on the quarter infection status. A benzylpenicillin procain dihydrostreptomycin-base combination (12 million IU/12 g per day), penethamate hydroiodide (10 million IU per day) and erythromycin (10 mg/kg per day) were used on three groups of three camels, respectively. Penicillin-streptomycin eliminated *S. agalactiae* from three out of four infected quarters, penethamate hydroiodide had a curative effect on two out of four quarters, while erythromycin did not alter the infection status of any of the three *S. agalactiae*-infected quarters treated.

INTRODUCTION

In the absence of control measures *Streptococcus agalactiae* is the most common mastitis pathogen in dairy cattle (2) with average morbidity rates of 25% (15). *S. agalactiae* eradication programs have been successful in dairy cattle herds and are economically justified (4, 7, 15). Intramammary infections (IMI) with *S. agalactiae* (Lancefield type B) in camels are common and have been diagnosed in the United Arab Emirates (14), Egypt (8), Sudan (1, 11) and Somalia (19).

In North Kenya, *S. agalactiae* IMI prevalences of up to 50% in market-orientated camel dairy herds (20) have become a concern to camel owners. One case of successful parenteral treatment of mastitis in a camel is reported in the literature (3). Published treatment recommendations for mastitis in camels have not been validated (6, 21).

A limited number of intramammary *S. agalactiae* infections in lactating camels were treated with intramuscularly administered antibiotics to assess whether the drugs and dose rates used showed potential for parenteral treatment of *S. agalactiae* mastitis in camels. The findings are presented in this paper.

MATERIALS AND METHODS

Treatments of naturally occurring *S. agalactiae* IMI were carried out in two commercial camel herds producing milk for marketing

and in one ranch camel herd in the Laikipia and Isiolo districts of North Kenya. Lactating quarters chosen for treatment attempts showed no signs of clinical mastitis and no visible or palpable pathological changes. The persistence of previously identified *S. agalactiae* IMI was reconfirmed from samples taken on day one of the treatment. Animals were allocated to groups of three for the different treatment protocols tested.

The intramuscular injection was chosen as the route for administration of antibiotics to camels with *S. agalactiae* IMI considering the following points:

- Camel herdsmen in North Kenya were familiar with the administration of injectable drugs, while the use of intramammary tubes for treatment of mastitis was new to them;
- Due to the smaller diameter of camel teats, intramammary tubes designed for administration in cattle are often unsuitable for routine use in camels. Camel teats have two or three teat orifices. There is disagreement as to whether the different teat openings also represent separate gland complexes (9, 18);
- Intramuscular-injection administration was cheaper and treated the whole udder while intramammary treatment was costly and treated only one quarter of the gland.

Injections were administered by the investigator. Body weights of lactating females varied between 550 and 660 kg as calculated from body measurements (5). All drug vials were kept in a cool box to account for the heat and light sensitivity of penicillin (10). Animals were resampled 11 days after the end of treatment and again, if possible, 1 to 1.5 month posttreatment to assess the bacteriological cure rate.

1. Kenya Camel Association, Herd Health Service, PO Box 795, Nanyuki, Kenya
E-mail: younan@africaonline.co.ke

The choice of antibiotic drugs was based on: (i) previous information on antibiotic sensitivity patterns of *S. agalactiae* from camel mastitis in Kenya (20) and on *S. agalactiae* from bovine mastitis (7, 15); (ii) increasing use of penicillin-streptomycin for camel treatments in North Kenya (penethamate hydroiodide was included because it is available in powder form, which may be of advantage under hot conditions); and (iii) established knowledge on the ability of macrolide antibiotics to cross the blood-milk barrier in the bovine udder and recommendations for their use (15).

The first group of three camels with *S. agalactiae* IMI was treated with an injectable benzylpenicillin procain dihydrostreptomycin-base combination (Intramicine®, CEVA). A dose of 12 million IU benzylpenicillin procain (plus 12 g dihydrostreptomycin) per day given in two separate injections of 6 million IU (plus 6 g dihydrostreptomycin), morning and evening, was administered intramuscularly for three consecutive days.

The second group of three camels received penethamate hydroiodide (Ingel-Mamyzin® 10 Mega, Boehringer Ingelheim, Germany). This penicillin is provided in powder form and has to be reconstituted for application. All together, 10 million IU were injected intramuscularly every 24 h on three consecutive days (one vial or 15 ml of the reconstituted product per day).

The third group was treated with an injectable erythromycin (Erythrocin 200®, CEVA) given intramuscularly at a dose rate of 10 mg/kg (= 5 ml per 100 kg; dosage according to recommendations by Dr P. Tessier of CEVA) once daily for three consecutive days.

Milk samples were collected before and after treatment. Each teat was disinfected and sampled separately. The first streams of milk were discarded and 10 ml of milk were squirted into sterile rubber-cap tubes. The samples were transported in a portable fridge under constant refrigeration and reached the laboratory within 48-72 h.

The milk was cultured on blood agar (Oxoid CM 271, 5% defibrinated sheep blood), on Edwards agar (Oxoid CM 27, 5% defibrinated sheep blood) and in Todd Hewitt broth (Oxoid CM 189), and incubated at 37°C overnight. The Todd Hewitt broth enrichment cultures were subcultured onto blood agar and Edwards agar after overnight incubation. Catalase-negative Gram-positive cocci showing blue colony appearance and no esculin hydrolysis on Edwards agar that tested positive for the presence of Lancefield group B antigen (Oxoid DR 587 latex grouping reagent B, DR 593, DR 592) were classified as *S. agalactiae*. Environmental mastitis pathogens were not included in the analysis.

Agar diffusion sensitivity tests on *S. agalactiae* isolated from the nine camels before and after treatment were performed on Mueller Hinton agar (Oxoid CM 337) with 5% defibrinated sheep blood according to a standard test procedure (17). Oxoid sensitivity discs containing 5 µg erythromycin and 1.5 µg penicillin were used.

California mastitis test (CMT) fluid containing 37.5 g Marlon PS 40 and 0.1g bromocresol purple per liter was used. The results were read on a white plastic paddle according to the manufacturer's instructions.

■ RESULTS

All mastitis cases treated were in a non-acute stage having been diagnosed for the first time 1-3.5 months before treatment. The three antibiotics used were well tolerated by the animals.

Treatment results are summarized in Tables I to III. Penicillin-streptomycin eliminated *S. agalactiae* IMI from three out of four infected quarters. Penethamate hydroiodide had a curative effect on two out of four quarters with *S. agalactiae* IMI. Erythromycin

Table I
Response of intramammary infection by *Streptococcus agalactiae* in camels to parenteral penicillin-streptomycin¹ treatment

| Camel | | Pretreatment | | 1 st day of treatment | | 11 days posttreatment | |
|-------|------|--|-----|----------------------------------|-----|---------------------------------|----------------|
| Num. | Teat | S.a. type B (IMI) (observed duration) | CMT | S.a. type B (IMI) IMI status | CMT | S.a. type B (IMI) IMI status | CMT |
| 33 | FL | Non infected | - | Non infected | - | Non infected | - |
| | HL | Non infected | - | Non infected | - | Non infected | - |
| | FR | Infected (1 month) | + | Infected | + | Infected | + |
| | HR | Non infected | - | Non infected | - | Non infected | - |
| 40 | FL | Non infected | - | Infected | + | Non infected | - ² |
| | HL | Non infected | - | Non infected | - | Non infected | - ² |
| | FR | Infected (1 month) | - | Infected | ++ | Non infected | - ² |
| | HR | Non infected | - | Non infected | - | Non infected | - ² |
| 88 | FL | Infected (2 months) | + | Infected | + | Non infected | - ³ |
| | HL | Non infected | - | Non infected | - | Non infected | - |
| | FR | Non infected | - | Non infected | - | Non infected | - |
| | HR | Non infected | - | Non infected | - | Non infected | - |

¹ Six million IU benzylpenicillin procain plus 6 g dihydrostreptomycin i.m., 6x at 12 h interval

² Absence of *Streptococcus* type B IMI from all four quarters was confirmed 1.5 month posttreatment

³ No longer lactating 1.5 month posttreatment

S.a.: *Streptococcus agalactiae*, IMI: intramammary infection, CMT: California mastitis test

FL: front left quarter, HL: hind left quarter, FR: front right quarter, HR: hind right quarter

did not alter the infection status of the three *S. agalactiae*-infected quarters treated. There was no difference in sensitivity to penicillin G and erythromycin of *S. agalactiae* isolated from the nine mammary glands before and after treatments.

Observation of the herdsmen's reactions to the different treatment protocols clearly indicated that a three-day course of twice-daily injections (benzylpenicillin procain dihydrostreptomycin) would not be accepted or applied in the absence of the investigator.

Table II
Response of intramammary infection by *Streptococcus agalactiae* in camels to parenteral penethamate hydroiodide¹ treatment

| Camel | | Pretreatment | | 1 st day of treatment | | 11 days posttreatment | |
|-------|------|---------------------------------------|-----|----------------------------------|-----|------------------------------|----------------|
| Num. | Teat | S.a. type B (IMI) (observed duration) | CMT | S.a. type B (IMI) IMI status | CMT | S.a. type B (IMI) IMI status | CMT |
| 92 | FL | Infected (3.5 months) | + | Infected | + | Non infected | - ² |
| | HL | Non infected | - | Non infected | - | Non infected | - ² |
| | FR | Dead quarter (no sample) | | Dead quarter | | Dead quarter | |
| | HR | Non infected | - | Non infected | - | Non infected | - ² |
| 774 | FL | Not sampled | | Non infected | - | Non infected | - |
| | HL | Non infected | + | Non infected | - | Infected | - ³ |
| | FR | Not sampled | | Non infected | - | Non infected | - |
| | HR | Infected (2 months) | + | Infected | + | Infected | + |
| P2 | FL | Infected (2 months) | + | Infected | + | Infected | + |
| | HL | Non infected | + | Non infected | + | Non infected | - |
| | FR | Infected (2 months) | + | Infected | + | Non infected | - |
| | HR | Non infected | + | Non infected | + | Non infected | + |

¹ Penethamate hydroiodide 10 million IU i.m., 3x at 24 h intervals

² Absence of *Streptococcus* type B IMI from lactating quarters was confirmed one month posttreatment

³ This was most probably a posttreatment infection

S.a.: *Streptococcus agalactiae*, IMI: intramammary infection, CMT: California mastitis test

FL: front left quarter, HL: hind left quarter, FR: front right quarter, HR: hind right quarter

Table III
Response of intramammary infection by *Streptococcus agalactiae* in camels to parenteral erythromycin¹ treatment

| Camel | | Pretreatment | | 1 st day of treatment | | 11 days posttreatment | |
|-------|------|---------------------------------------|-----|----------------------------------|-----|------------------------------|-----|
| Num. | Teat | S.a. type B (IMI) (observed duration) | CMT | S.a. type B (IMI) IMI status | CMT | S.a. type B (IMI) IMI status | CMT |
| 7 | FL | Infected (2 months) | + | Infected | + | Infected | + |
| | HL | Non infected | - | Non infected | - | Non infected | - |
| | FR | Non infected | - | Non infected | - | Non infected | - |
| | HR | Non infected | - | Non infected | - | Non infected | - |
| P5 | FL | Non infected | - | Non infected | - | Non infected | + |
| | HL | Non infected | + | Non infected | + | Non infected | - |
| | FR | Infected (2 months) | + | Infected | + | Infected | + |
| | HR | Non infected | - | Non infected | - | Non infected | - |
| 85 | FL | Infected (2 months) | - | Infected | + | Infected | + |
| | HL | Non infected | - | Non infected | - | Non infected | - |
| | FR | Non infected | - | Non infected | - | Non infected | - |
| | HR | Non infected | - | Non infected | - | Non infected | - |

¹ Erythromycin 10 mg/kg i.m., 3x at 24 h interval

S.a.: *Streptococcus agalactiae*, IMI: intramammary infection, CMT: California mastitis test

FL: front left quarter, HL: hind left quarter, FR: front right quarter, HR: hind right quarter

The three-day course of once-daily injections (erythromycin, penethamate hydroiodide) was better accepted.

Animals P2 and P5 were of Pakistani breed. Both had oversized teats that were too large for the calf to suckle. They appeared to be prone to frequent infections by varying environmental mastitis pathogens and constantly showed irritations of the udder as reflected in CMT results.

DISCUSSION

Intramammary application of antibiotics in extensive husbandry systems is risky and may do more harm than good (12). Parenteral mastitis treatment is more effective in acutely inflamed quarters due to the increased permeability of the blood-milk barrier (16). The main factor responsible for the outcome of *S. agalactiae* mastitis treatments is the drug concentration established and maintained for 72 h in the milk (15).

The parenteral application of penicillin for *S. agalactiae* mastitis treatment in dairy cattle offers the advantage of ease of application and simultaneous treatment of all four quarters, but high doses (> 5 million IU) are needed and the cure rate in chronic infections is low (2, 7). Duration of intramammary *S. agalactiae* infection before treatment has a major impact on the success of any treatment attempt (7). Intramammary treatment of *S. agalactiae* in dairy cows during lactation produces cure rates of 87.5% for early stages of infection and 14.7% for late stages of infection (7). Bacteriological cure rates for acute streptococcal mastitis in cattle in response to parenteral treatment are recorded to be 65% (13). Since it was not possible to establish the onset of infections in the lactating camels treated, the influence of different durations of intramammary infection on the treatment success remained obscure. Pastoralists will usually only consider treatment of acute mastitis in camels. In such acute mastitis cases parenteral application of penicillin can be expected to result in higher cure rates than the ones recorded in this paper. Resistance of *S. agalactiae* to the antibiotics used can be ruled out as a cause of treatment failure in this trial.

CONCLUSION

The results indicated that a three-day course of benzylpenicillin procain dihydrostreptomycin or penethamate hydroiodide at the dose rates recommended for parenteral mastitis treatment in cattle holds promise for parenteral treatment of *S. agalactiae* mastitis in camels. It could potentially be applied for treatment of acute mastitis, as a prophylaxis when subdividing infected camel herds into clean and unclean subgroups, when introducing camels of uncertain udder infection status into non-infected herds and to complement intramammary treatments. Furthermore, detailed trials should be carried out before recommending such treatment strategy. Penicillin formulations for use in camels should also be tested with regards to their stability under hot conditions and intensive sunlight.

From this very limited field trial it could not be concluded whether the observed differences between the antibiotics used were significant. In the case of erythromycin, information on the pharmacokinetic features of this drug in camels is needed.

Acknowledgments

The professional and logistical assistance of Drs P. Durand and P. Tessier of CEVA (formerly Sanofi "Santé nutrition animale") is gratefully acknowledged. The author also wishes to thank the staff of Analabs Ltd, Nairobi, for providing support to the laboratory analysis. The Herd Health Service of the Kenyan Camel Association is supported by GTZ/CIM.

REFERENCES

1. ABDURAHMAN O.A.S.H., AGAB H., ABBAS B., ASTROEM G., 1995. Relations between udder infection and somatic cells in camel (*Camelus dromedarius*) milk. *Acta vet. scand.*, **36**: 423-431.
2. AGUILERA R., 1984. Influence of the course of bovine mastitis and the nature of the mammary secretion on the efficacy of treatment with a combination of streptomycin and penicillin administered by different routes (original in Spanish). *Rev. Salud Anim.*, **5**: 1-13.
3. BARBOUR E.K., NABBUT N.H., FRERICHS W.M., AL-NAKHLI H.M., AL-MUKAYEL A.A., 1985. Mastitis in *Camelus dromedarius* in Saudi Arabia. *Trop. Anim. Health Prod.*, **17**: 173-179.
4. EDMONDSON P.W., 1989. An economic justification of 'blitz' therapy to eradicate *Streptococcus agalactiae* from a dairy herd. *Vet. Rec.*, **125**: 591-593.
5. EVANS J.O., SIMPKIN S.P., ATKINS D.J. (Eds), 1995. Camel keeping in Kenya. Range management handbook of Kenya, Vol. III, 8. Nairobi, Kenya, Ministry of Agriculture, Livestock Development and Marketing, p. 8:1-8:4.
6. FAYE B., 1997. Guide de l'élevage du dromadaire, 1^{ère} éd. Libourne, France, Sanofi Santé nutrition animale, p. 119-120 et 115-117.
7. HEJLICEK K., 1994. Mastitis durch *Streptococcus agalactiae*. In: Wendt K., Bostedt H., Mielke H., Fuchs H.W. (Eds), Euter-und Gesaeugekrankheiten. Stuttgart, Deutschland, Gustav Fischer Verlag Jena, p. 332-346.
8. KARAMY S.A., 1990. Bacteriological studies on mastitis in small ruminants and she-camels in upper Egypt. *J. Egypt. vet. Med. Assoc.*, **50**: 67-79.
9. KHANNA N.D., 1986. Camel - The model desert animal. *Indian Farming*, **10**: 31-35.
10. MERCK VETERINARY MANUAL, 1998. 8th Edn. Whitehouse Station, NJ, USA, Merck & Co, p. 1746.
11. OBIED A.I., BAGADI H.O., MUKHTAR M.M., 1996. Mastitis in *Camelus dromedarius* and the somatic cell content of camels' milk. *Res. vet. Sci.*, **61**: 55-58.
12. PEREZ V., CORPA J.M., GARCIA MARIN J.F., ADURIZ J.J., JENSEN H.E., 1999. Generalized aspergillosis in dairy sheep. *J. vet. Med.*, **B 46**: 613-621.
13. PYORALA S.H.K., PYORALA E.O., 1998. Efficacy of parenteral administration of three antimicrobial agents in treatment of clinical mastitis in lactating cows. *J. Amer. vet. Med. Assoc.*, **212**: 407-412.
14. QUANDIL S.S., OUDAR J., 1984. Etude bactériologique de quelques cas de mammites chez la chamelle (*Camelus dromedarius*) dans les Emirats Arabes Unis. *Revue Méd. vét.*, **135**: 705-707.
15. RADOSTITS O.M., BLOOD D.C., GAY C.C., 1997. Veterinary medicine, 8th Edn. London, UK, WB Saunders, p. 563-577.
16. SCHULZ J., 1994. Chemotherapy. In: Wendt K., Bostedt H., Mielke H., Fuchs H.W. (Eds), Euter-und Gesaeugekrankheiten. Stuttgart, Deutschland, Gustav Fischer Verlag Jena, p. 288-292.
17. STEGEMANN M., BECKMANN G.T., 1997. Antibiogramme in der tierärztlichen Praxis. Stuttgart, Deutschland, Enke, 102 p.
18. WERNERY U., 2003. New observations on camels and their milk. Abu Dhabi, United Arab Emirates, Dar Al Fajr, 50 p.
19. YOUNAN M., FINK K., LAEMMLER C., KENYANJUI M., 2002. *Streptococcus agalactiae* in marketed camels milk. In: Livestock, community and environment, Proc. 10th int. Conf. Association of Institutions of Tropical Veterinary Medicine. Copenhagen, Denmark, The Royal Veterinary and Agricultural University, p. 555.
20. YOUNAN M., ALI Z., BORNSTEIN S., MUELLER W., 2001. Application of the California mastitis test in intramammary *Streptococcus agalactiae* and *Staphylococcus aureus* infections of camels (*Camelus dromedarius*) in Kenya. *Prev. vet. Med.*, **51**: 307-316.
21. YOUSSEF S.A.H., 1992. The use of antibiotics in camels. In: Allen W.R., Higgins A.J., Mayhew I.G., Snow D.H., Wade J.F. (Eds), Proc. 1st int. Camel Conf., Dubai, United Arab Emirates, 2-6 February 1992. Newmarket, Suffolk, UK, R&W, p. 383-387.

Reçu le 11.04.2002, accepté le 02.07.2003

Résumé

Younan M. Traitement parentéral de mammites à *Streptococcus agalactiae* chez le dromadaire (*Camelus dromedarius*) au Kenya

Des infections de la mamelle à *Streptococcus agalactiae* ont été traitées par voie intramusculaire sur une période de trois jours avec trois antibiotiques différents chez neuf femelles dromadaires (*Camelus dromedarius*) afin d'évaluer si ce mode d'application agissait au niveau de l'infection du quartier. Trois femelles ont reçu chacune une association à base de benzylpénicilline procaine dihydrostreptomycine (12 millions UI/12 g/jour), trois autres ont reçu du pénéthamate iodhydrate (10 millions UI/jour) et les trois dernières de l'érythromycine (10 mg/kg/jour). La pénicilline-streptomycine a éliminé *S. agalactiae* dans trois des quatre quartiers infectés, le pénéthamate iodhydrate a eu un effet curatif dans deux quartiers sur quatre, alors que l'érythromycine n'a pas modifié l'infection des trois quartiers par *S. agalactiae*

Mots-clés : *Camelus dromedarius* – *Streptococcus agalactiae* – Mammite – Thérapeutique – Kenya.

Resumen

Younan M. Tratamiento parenteral de la mastitis por *Streptococcus agalactiae* en dromedarios kenianos (*Camelus dromedarius*)

Se trataron infecciones intra mamarias por *Streptococcus agalactiae* en nueve dromedarios (*Camelus dromedarius*), mediante un curso de inyecciones intramusculares de tres días con tres antibióticos diferentes, con el fin de definir si esta vía de aplicación tuvo efecto sobre el estadio de infección del cuarto. Se utilizó una combinación a base de dihidroestreptomicina-benzilpenicilina procaínica (12 millones UI/12g por día), hidroyoduro de penetamato (10 millones UI por día) y eritromicina (10 mg/kg por día), en tres grupos de tres dromedarios respectivamente. La penicilina-estreptomicina eliminó el *S. agalactiae* en tres de cuatro cuartos infectados, el hidroyoduro de penetamato tuvo efecto curativo en dos de cuatro cuartos infectados, mientras que el tratamiento con eritromicina no alteró el estadio de la infección de ninguno de los tres cuartos infectados con *S. agalactiae*.

Palabras clave: *Camelus dromedarius* – *Streptococcus agalactiae* – Mastitis – Terapia – Kenia.

Que faire sans vétérinaire

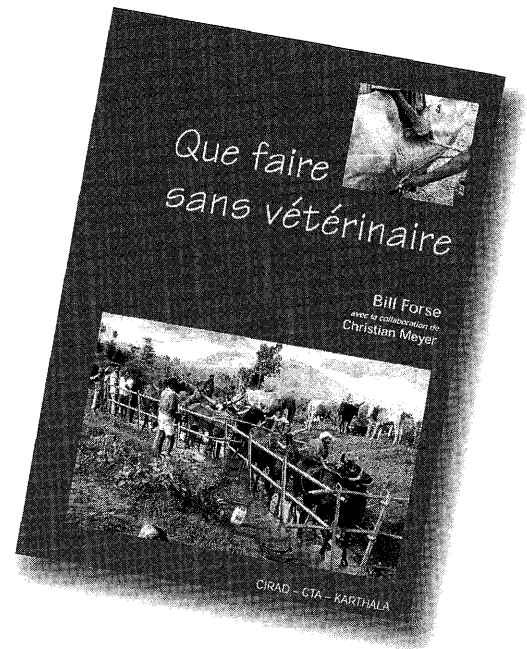
Bill Forse

Avec la collaboration de Christian Meyer

Que faire sans vétérinaire est plus qu'un simple livre sur les premiers soins à donner aux animaux. Il doit permettre à l'éleveur de maintenir ses animaux en bonne santé et de conseiller d'autres éleveurs là où il n'existe ni personnels ni services vétérinaires. Il est conçu pour que l'éleveur puisse détecter toute anomalie chez ses animaux, y remédier ou, le cas échéant, collaborer avec un vétérinaire et un service de santé animale. Il couvre un large éventail de sujets — de la diarrhée à la peste, des remèdes traditionnels aux médicaments et vaccins modernes — et fournit des conseils sur les soins quotidiens et l'alimentation des animaux. Il traite des maladies qui affectent les bœufs, les buffles, les moutons, les chèvres, les porcs, les chevaux, les ânes, les chameaux, les dromadaires et, dans une moindre mesure, les chiens, les lapins et les volailles.

Ecrit dans un langage simple et illustré par plus de 400 dessins, *Que faire sans vétérinaire* est un outil indispensable pour tous ceux qui élèvent des animaux ou qui travaillent dans le secteur de l'élevage.

– L'éleveur qui vit loin d'un vétérinaire. Avec des mots simples et à l'aide de dessins, le livre lui explique comment reconnaître une maladie et que faire pour la prévenir et la soigner.



– L'enseignant d'une école rurale. Il pourra utiliser ce livre pour organiser une formation sur la santé animale et, d'une manière générale, pour élaborer un enseignement agricole.

– Le vulgarisateur, l'assistant vétérinaire ou tout autre technicien qui conseille les éleveurs. Il trouvera dans ce livre les médicaments et les traitements les plus utiles pour chaque maladie, ainsi que ceux qui sont inutiles voire dangereux.

Bill Forse est un vétérinaire praticien expérimenté, un éleveur et un écrivain. Il a voyagé et travaillé dans seize pays d'Afrique et d'Asie entre 1976 et 1998.

Christian Meyer est vétérinaire, chercheur au département d'Élevage et de médecine vétérinaire du Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (Cirad) en France. Il a travaillé pendant douze ans en Afrique.

2002, 432 p.
Cirad, Cta, Karthala,
pour la traduction française
de l'ouvrage de Bill Forse :
Where There Is No Vet,
1999, Macmillan Press

Isbn 2-87614-519-7 (Cirad)
25 euros (port en sus)

Commande auprès de la Librairie du Cirad,
TA 283/04, avenue d'Agropolis,
34398 Montpellier Cedex 5, France
Fax : +33 (0)4 67 61 55 47
librairie@cirad.fr

Activités antibactériennes *in vitro* de *Cassia alata*, *Lantana camara* et *Mitracarpus scaber* sur *Dermatophilus congolensis* isolé au Bénin

N. Ali-Emmanuel¹ M. Moudachirou²
A.J. Akakpo³ J. Quetin-Leclercq^{4*}

Mots-clés

Bovin – *Dermatophilus congolensis* – *Cassia alata* – *Senna alata* – *Lantana camara* – *Mitracarpus scaber* – Pénicilline – Procaïne – Oxytétracycline – Bénin.

Résumé

L'activité antibactérienne *in vitro* des extraits aqueux et alcooliques de *Cassia alata*, de *Lantana camara* et de *Mitracarpus scaber* a été comparée avec celle de l'oxytétracycline et de la pénicilline procaïne sur une bactérie Gram-positif, *Dermatophilus congolensis*, agent de la dermatophilose bovine. Les extraits alcooliques bruts de *C. alata*, de *L. camara* et de *M. scaber* se sont révélés plus actifs sur *D. congolensis* que leurs extraits aqueux. Les zones d'inhibition à 500 mg/ml ont été de 14 à 20 mm et de 20 à 24 mm respectivement pour les extraits aqueux et alcooliques sur une souche isolée d'animaux infectés. Les deux extraits de *M. scaber* ont montré une activité antibactérienne plus élevée sur *D. congolensis* que ceux de *C. alata* et de *L. camara*. L'activité antibactérienne des extraits alcooliques bruts de *M. scaber in vitro* sur *D. congolensis*, à 500 mg/ml, a été équivalente à celle de la pénicilline procaïne à la concentration de 800 mg/ml et environ 10 à 15 fois moindre que celle de l'oxytétracycline.

■ INTRODUCTION

La dermatophilose est une maladie de la peau des bovins. Elle est due à *Dermatophilus congolensis*, une bactérie Gram-positif appartenant à la famille des actinomycétales. Elle est caractérisée par une dermatose exsudative, souvent chronique, avec formation de lésions croûteuses. La maladie, qui sévit sous forme enzootique dans les pays tropicaux et subtropicaux, a des effets néfastes sur le cheptel et par conséquent sur l'économie. En effet, elle ralentit le

développement de la culture attelée, diminue la productivité du lait et de la viande et conduit à l'abattage précoce des animaux en cours de production.

La chimiosensibilité *in vitro* de *Dermatophilus congolensis* a fait l'objet de nombreuses études. C'est ainsi qu'il a été montré que la pénicilline est très active *in vitro* sur *D. congolensis*, contrairement aux résultats obtenus *in vivo* (3). D'après Nwufoh (16), *D. congolensis* est très sensible *in vitro* à la terramycine, à l'oxytétracycline, à la bacitracine, à la néomycine et au nitrofurane, mais il reste insensible au groupe des sulfamides. En revanche, *D. congolensis* a été reconnu sensible *in vitro* aux nouvelles pénicillines de synthèse (7) alors que des traitements à base de pénicilline, d'auro-mycine et de terramycine ont été sans succès (19). Enfin, plusieurs travaux ont notifié le caractère récidivant de cette maladie, après un traitement avec ces antibiotiques. Ainsi selon Ogwu et coll. (17), la terramycine longue action n'entraîne pas une guérison complète de la maladie et, d'après Lloyd et coll. (13), l'oxytétracycline longue action ne fait que diminuer la fréquence des récidives.

Ces différents essais ont montré les limites de la chimiothérapie et la nécessité de trouver des moyens alternatifs dans le traitement de la maladie. Une enquête ethnobotanique a permis aux auteurs de

1. Collège polytechnique universitaire, université d'Abomey Calavi, 01 BP 2009, Cotonou, Bénin

2. Laboratoire de pharmacognosie, école de Pharmacie, faculté des Sciences de la santé, université d'Abomey Calavi, 01 BP 188, Cotonou, Bénin

3. Ecole inter-Etats des sciences et médecine vétérinaires, service de Microbiologie, immunologie, pathologie infectieuse, BP 5077, Dakar, Sénégal

4. Laboratoire de pharmacognosie, unité CHAM, université catholique de Louvain, avenue Mounier 72, Ucl 72 30, B-1200 Bruxelles, Belgique

* Auteur pour la correspondance

Tél : +32 (0)2 764 72 54 ; fax : +32 (0)2 764 73 63

E-mail : leclercq@cham.ucl.ac.be

découvrir que des macérations et des décoctions de *Cassia alata*, de *Lantana camara* et de *Mitracarpus scaber* étaient utilisées dans le traitement de diverses dermatoses dont la teigne et les mycoses chez l'homme. Ceci a motivé le choix de ces trois plantes qui, selon Adjanohoun et coll. (1), sont utilisées dans la pharmacopée béninoise pour traiter diverses maladies comme les leucorrhées (*Cassia alata*), la dysenterie amibienne (*Lantana camara*) et les affections cutanées (*Mitracarpus scaber*).

D'autres auteurs ont mis en évidence les propriétés antimicrobiennes de ces plantes. Ainsi, des extraits aqueux méthanoliques et dichlorométhaniques de *Cassia alata* ont une activité antibactérienne et/ou antifongique, les extraits dichlorométhaniques des fleurs étant les plus actifs (2, 6, 12). Crockett et coll. montrent, par exemple, qu'un extrait aqueux a une activité intéressante sur *Escherichia coli* et *Candida albicans* mais elle est environ 1 000 fois plus faible que le chloramphénicol ou l'amphotéricine B *in vitro* (6). Selon Ibrahim et Osman (10), les extraits éthanoliques de *Cassia alata* sont très actifs sur *Trichophyton* sp., moins actifs sur les moisissures et inactifs sur les bactéries et les levures testées.

Les extraits alcooliques de *Lantana camara* ont été surtout décrits pour leurs propriétés insecticides (20) et les extraits aqueux pour leurs activités antifongiques (21). Cependant, certains composés antimicrobiens, comme des dérivés phénoliques, une flavone glucosylée et des triterpénoïdes possédant une fonction hydroxyle libre, ont aussi été isolés du *L. camara* (22, 24, 25).

Quant aux extraits méthanoliques de *Mitracarpus scaber*, ils ont un effet antimicrobien sur *Staphylococcus aureus* et *Candida albicans* (4), et aussi sur d'autres souches, en plus d'un effet anti-inflammatoire (8). De cette plante a été isolée l'aza-anthraquinone qui possède des propriétés antivirale et trypanocide (15, 18).

La présente étude a eu pour objectif de tester l'action antibactérienne des extraits aqueux et alcooliques de ces trois plantes médicinales sur une souche de *D. congolensis* isolée de croûtes de bovins malades au Bénin et sur une souche de référence. L'effet antibactérien de ces extraits a été comparé à celui de quelques antibiotiques, tels que l'oxytétracycline et la pénicilline procaine, d'usage courant pour le traitement de la dermatophilose bovine, avant d'envisager un essai thérapeutique.

■ MATERIEL ET METHODES

Préparation des extraits aqueux

Les échantillons de *Cassia alata* [synonyme : *Senna alata* (L.) Roxb.] (Fabaceae : Cesalpinioideae), de *Lantana camara* L. (Verbenaceae) et de *Mitracarpus scaber* Zucc. ex Schult. & Schult. f. (Rubiaceae), récoltés autour de Cotonou et Calavi au Bénin, ont été identifiés et déposés à l'herbier national de l'université d'Abomey Calavi. Les plantes ont été étalées, triées et séchées quatre à cinq jours dans une pièce à la température ambiante. Les feuilles ont été récupérées et mises à sécher à l'étuve à 50 °C pendant une nuit et réduites en poudre.

Vingt grammes de poudre de chacune des plantes ont été portés à ébullition pendant 5 min dans 60 ml d'eau distillée, puis filtrés ; ce filtrat a ensuite été séché à l'étuve à 50 °C jusqu'à poids constant. Le rendement d'extraction a été de 5,8 p. 100 pour *Cassia alata*, 5,4 p. 100 pour *Lantana camara* et 9,85 p. 100 pour *Mitracarpus scaber*. Une solution de concentration égale à 500 mg/ml a été préparée dans de l'eau distillée stérile avec les extraits secs de chacune des plantes. Cette solution a été ensuite diluée en série de 1/2 à 1/32, donnant des concentrations de 250 à 15,6 mg/ml.

Préparation des extraits alcooliques

Vingt grammes de poudre de chacune des plantes ont été mis à macérer dans 160 ml d'éthanol à 96° (Merck, Darmstadt, Allemagne) pendant 72 h sous agitation. L'extrait a été filtré et concentré sous pression réduite à 50 °C, puis séché à poids constant. Le rendement d'extraction a été de 14,11 p. 100 pour *C. alata*, de 8,92 p. 100 pour *L. camara* et de 7,53 p. 100 pour *M. scaber*. Une solution de concentration égale à 500 mg/ml a été préparée dans de l'éthanol à 48° avec les extraits secs de chacune des plantes. Les dilutions en série de 1/2 à 1/32 ont été ensuite réalisées avec de l'eau distillée stérile pour obtenir des concentrations de 250 à 15,6 mg/ml.

Préparation des solutions d'antibiotiques

L'oxytétracycline (Alamycin®, Norbrook, Northern Ireland) initialement dosée à 200 mg/ml a été soumise à une dilution en série de 1/2 à 1/32 dans de l'eau distillée stérile. La pénicilline procaine (Hetzl Medical) dosée à 4×10^6 UI en pénicilline a été reprise dans 5 ml d'eau distillée, donnant alors une concentration de 800 000 UI/ml, soit 800 mg/ml de pénicilline procaine (14). Cette solution a été ensuite diluée en série de 1/2 à 1/32.

Préparation de l'inoculum

Les milieux de culture utilisés (gélose ou bouillon) provenaient des laboratoires Biotech Products International, Bruxelles, Belgique. L'isolement d'une souche de *D. congolensis* a été réalisé sur gélose au sang par la méthode préconisée par Haalstra (9) à partir de croûtes de bovins malades provenant du Mono au Bénin. L'identification a été faite par les méthodes biochimiques usuelles (5). Une colonie de la souche S-116M de *D. congolensis* prélevée sur gélose au sang a été émulsionnée dans 10 ml de bouillon cœur-cerveille (*brain heart infusion*). Le bouillon a été incubé pendant 48 h à 37 °C et 0,1 ml de ce bouillon a été dilué dans 9,9 ml d'eau peptonée. Deux dilutions successives ont été réalisées dans les mêmes conditions. La dernière dilution a servi pour l'inoculum et contenait 10^5 germes par millilitre. La souche de référence (43 037) testée provenait des laboratoires Dsmz (Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen GmbH).

Test de sensibilité

Le test de sensibilité a été réalisé par la méthode de diffusion sur gélose *brain-heart infusion agar* (23). La gélose inoculée par inondation a été laissée 30 min à la température du laboratoire. Des disques de 5 mm de diamètre, découpés dans du papier Wattman n° 01, stérilisés et imprégnés des différentes concentrations d'extraits aqueux, alcooliques, et d'antibiotiques ou d'éthanol à 48°, à raison de 20 µl par disque, ont été déposés stérilement sur la gélose. Les boîtes ont été incubées 24 à 48 h à 37 °C. L'activité antibactérienne a été déterminée en mesurant, à l'aide d'une règle transparente, le diamètre de la zone d'inhibition déterminée par les différentes concentrations d'éthanol, d'extraits ou d'antibiotiques autour des disques.

■ RESULTATS

Aucune zone d'inhibition n'a été constatée autour des disques imprégnés d'éthanol à 48°. Les tableaux I et II montrent les diamètres des zones d'inhibition obtenus respectivement pour les extraits aqueux et alcooliques de *C. alata*, *L. Camara* et *M. scaber* sur la souche isolée des croûtes et la souche de référence en fonction de la concentration. Le tableau III donne les résultats obtenus avec l'oxytétracycline (Alamycin®) et la pénicilline procaine sur les deux souches à différentes concentrations.

Tableau I

Diamètre des zones d'inhibition obtenus avec les extraits aqueux des trois plantes

| | <i>Cassia alata</i> | | | | | | <i>Lantana camara</i> | | | | | | <i>Mitracarpus scaber</i> | | | | | |
|-----------------------|---------------------|-----|-----|-------|-------|------|-----------------------|-----|-----|-------|-------|------|---------------------------|-----|-----|-------|-------|------|
| Concentration mg/ml | 1/1 | 1/2 | 1/4 | 1/8 | 1/16 | 1/32 | 1/1 | 1/2 | 1/4 | 1/8 | 1/16 | 1/32 | 1/1 | 1/2 | 1/4 | 1/8 | 1/16 | 1/32 |
| | 500 | 250 | 125 | 62,50 | 31,25 | 15,6 | 500 | 250 | 125 | 62,25 | 31,25 | 15,6 | 500 | 250 | 125 | 62,25 | 31,25 | 15,6 |
| Souches (mm) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S-116M | 16 | 13 | 10 | 8 | – | – | 14 | 12 | 10 | 8 | – | – | 20 | 16 | 13 | 10 | 8 | – |
| D.c Réf 43 037 (Dsmz) | 16 | 13 | 10 | 8 | – | – | 14 | 12 | 10 | 8 | – | – | 18 | 14 | 12 | 10 | 8 | – |

Tableau II

Diamètres des zones d'inhibition obtenus avec les extraits alcooliques des trois plantes

| | <i>Cassia alata</i> | | | | | | <i>Lantana camara</i> | | | | | | <i>Mitracarpus scaber</i> | | | | | |
|-----------------------|---------------------|-----|-----|-------|-------|------|-----------------------|-----|-----|-------|-------|------|---------------------------|-----|-----|-------|-------|------|
| Concentration mg/ml | 1/1 | 1/2 | 1/4 | 1/8 | 1/16 | 1/32 | 1/1 | 1/2 | 1/4 | 1/8 | 1/16 | 1/32 | 1/1 | 1/2 | 1/4 | 1/8 | 1/16 | 1/32 |
| | 500 | 250 | 125 | 62,50 | 31,25 | 15,6 | 500 | 250 | 125 | 62,25 | 31,25 | 15,6 | 500 | 250 | 125 | 62,25 | 31,25 | 15,6 |
| Souches (mm) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S-116M | 22 | 18 | 14 | 10 | 8 | – | 20 | 16 | 13 | 10 | 8 | – | 24 | 20 | 17 | 13 | 10 | 8 |
| D.c Réf 43 037 (Dsmz) | 25 | 20 | 15 | 10 | 8 | – | 22 | 18 | 14 | 10 | 8 | – | 26 | 22 | 18 | 14 | 10 | 8 |

Tableau III

Diamètres des zones d'inhibition obtenus avec les antibiotiques

| Antibiotiques | Oxytétracycline | | | | | | Pénicilline procaïne | | | | | |
|-----------------------|-----------------|-----|-----|-----|------|------|----------------------|-----|-----|-----|------|------|
| Concentration mg/ml | 1/1 | 1/2 | 1/4 | 1/8 | 1/16 | 1/32 | 1/1 | 1/2 | 1/4 | 1/8 | 1/16 | 1/32 |
| | 200 | 100 | 50 | 25 | 12,5 | 6,25 | 800 | 400 | 200 | 100 | 50 | 25 |
| Souches (mm) | | | | | | | | | | | | |
| S-116M | 36 | 30 | 26 | 22 | 18 | 16 | 25 | 20 | 18 | 16 | 14 | 10 |
| D.c Réf 43 037 (Dsmz) | 36 | 30 | 26 | 22 | 18 | 16 | 25 | 20 | 18 | 16 | 14 | 10 |

■ DISCUSSION

Les résultats de cette étude ont montré que les extraits alcooliques de *C. alata*, *L. camara* et *M. scaber* ont produit des zones d'inhibition plus grandes que les extraits aqueux. De plus, le solvant utilisé pour dissoudre les résidus secs de ces extraits alcooliques (alcool à 48°) n'a donné aucune zone d'inhibition. Les extraits alcooliques ont donc été plus actifs sur *D. congolensis* que les extraits aqueux. Ces résultats sont en accord avec ceux d'Irobi et Daramola (11) et d'Ekpendu et coll. (8) sur d'autres micro-organismes avec *M. scaber*.

On peut expliquer ces résultats par la différence de composition entre les deux extraits, l'alcool permettant une meilleure extraction de composés moins polaires comme des dérivés terpéniques, tels que ceux identifiés dans *L. camara* (24) ou l'aza-anthraquinone, isolée de *M. scaber* (18).

Par ailleurs, aussi bien les extraits aqueux que les extraits alcooliques de *M. scaber* ont été plus actifs que ceux de *C. alata* et de *L. camara*. En outre, la souche isolée de croûtes de bovins infectés au Bénin a eu une sensibilité identique à celle de la souche de référence pour les antibiotiques et les extraits aqueux de *C. alata* et *L. camara*, alors qu'une légère différence de sensibilité a été observée pour l'extrait aqueux de *M. scaber* vis-à-vis duquel la souche de référence a été plus résistante et les extraits alcooliques des trois plantes vis-à-vis desquels elle a été plus sensible.

L'effet inhibiteur de l'extrait alcoolique brut de *C. alata* à 500 mg/ml sur la souche de *D. congolensis* de référence a été identique à celui de la pénicilline procaine à 800 mg/ml et a été très proche de celui observé sur la souche isolée des croûtes d'animaux (22 mm contre 25 mm).

L'effet inhibiteur de l'extrait alcoolique de *L. camara* à 500 mg/ml a été identique ou un peu supérieur (selon la souche) à celui obtenu avec la pénicilline procaine à la concentration de 400 mg/ml (20 et 22 mm contre 20 mm). On peut donc considérer que l'activité de cet extrait est au moins égale à 4/5 de celle de la pénicilline procaine. En revanche, à la même concentration (500 mg/ml), les extraits alcooliques de *M. scaber* ont eu une activité presque égale ou légèrement supérieure à celle de la pénicilline procaine à 800 mg/ml. Il s'agit donc de l'extrait le plus actif (1,6 fois supérieur à la pénicilline procaine). Cependant, cette activité a été plus de dix fois plus faible que celle de l'oxytétracycline sur la souche de référence et encore un peu moins active sur celle isolée des croûtes.

■ CONCLUSION

Les extraits aqueux et alcooliques des trois plantes se sont tous révélés actifs sur les deux souches de *D. congolensis*, les extraits alcooliques ayant été plus efficaces. Parmi tous les extraits testés, ceux de *M. scaber* ont montré l'activité la plus forte : 1,6 fois supérieure pour l'extrait alcoolique à celle de la pénicilline procaine, traitement couramment utilisé au Bénin pour traiter la dermatophilose bovine. Ces extraits de plantes et principalement ceux de *M. scaber* pourraient donc constituer une alternative moins coûteuse pour le traitement de cette affection, notamment en usage local pour éviter les risques de toxicité par voie interne. Cette activité reste néanmoins nettement inférieure à celle de l'oxytétracycline, mais il s'agit d'extraits bruts contenant un grand nombre de composés différents. Il est donc très probable qu'ils contiennent des composés qui, une fois purifiés, aient une activité comparable à celle de l'oxytétracycline. Des travaux sont en cours pour isoler et identifier ces constituants.

Remerciements

Nous remercions le CPU/UAC (Collège polytechnique universitaire, université d'Abomey Calavi), le Gouvernement béninois, la CIUF (Coopération institutionnelle universitaire francophone) pour le support financier, la direction de l'Élevage et le projet de Développement de l'élevage, la faculté des Sciences et techniques, la faculté des Sciences agronomique de l'université d'Abomey Calavi (UAC) pour leur assistance. Ces recherches ont également été soutenues par un crédit aux chercheurs du Fonds national de la recherche scientifique de Belgique (fonds n° 1 5 115 00).

BIBLIOGRAPHIE

- ADJANOHOUN E.J. (dir.), 1989. Contribution aux études ethnobotaniques et floristiques en République populaire du Bénin. Eysines, France, Gript, p. 895. (Coll. Médecine traditionnelle et pharmacopée)
- AGARKAR S.V., JUDGE D.R., 1999. Phytochemical and pharmacological investigation of genus *Cassia alata*. *Rev. Asian J. Chem.*, **11**: 295-299.
- BALABANOV V.A., BOUSSAFOU D., 1977. Dermatophilose du bétail en République populaire du Congo. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **30**: 363-368.
- BISIGNANO G., SANAGO R., MARINO A., AQUINO R., D'ANGELO V., GERMANO M.P., DE PASQUALE R., PIZZA C., 2000. Antimicrobial activity of *Mitracarpus scaber* extract and isolated constituents. *Let. appl. Microbiol.*, **30**: 105-108.
- COWAN S.T., 1974. Manual of identification of medical bacteria, 2nd Ed. London, UK, Cambridge Academic Press, 163 p.
- CROCKETT C.O., GUEDE-GUIDA F., PUGH D., VANGAH-MANDA M., ROBINSON T.J., OLUBADEWO J.O., OCHILLO R.F., 1992. *Cassia alata* and the preclinical search for therapeutic agents for the treatment of opportunistic infections in AIDS patients. *Cell. mol. Biol.*, **38**: 799-802.
- EGWU G.O., ONYEYIL P.A., ADAMU S.S., ISHAYA M., JIBIKE G.I., ZARIA L.T., 1992. Inhibitory and bacteriocidal studies on strains of *Dermatophilus congolensis* causing bovine streptothricosis. *Bull. Anim. Health Prod. Afr.*, **40**: 137-141.
- EKPENDU T.O.E., AKAH P.A., ADESOMOJI A.A., OKOGUN J.I., 1994. Antiinflammatory and antimicrobial activities of *Mitracarpus scaber*. *Int. J. Pharmacognosy*, **32**: 191-196.
- HAALSTRA R.T., 1965. Isolation of *D. congolensis* from skin lesions in the diagnosis of streptothricosis. *Vet. Rec.*, **77**: 824-825.
- IBRAHIM D., OSMAN H., 1995. Antimicrobial activity of *Cassia alata* from Malaysia. *J. Ethnopharmacol.*, **45**: 151-156.
- IROBI O.N., DARAMOLA S.O., 1994. Antifungal activities of crude extracts of *Mitracarpus villosus* (Rubiaceae). *J. Ethnopharmacol.*, **40**: 137-140.
- KHAN M.R., KIHARA M., OMOLOSO A.D., 2001. Antimicrobial activity of *Cassia alata*. *J. Ethnopharmacol.*, **72**: 561-564.
- LLOYD D.H., HAWKINS J.P., PRAGNELL J., 1990. Efficacy of long acting oxytetracyclin in the treatment and control of bovine dermatophilosis. *Vet. Dermatol.*, **1**: 79-84.
- Martindale, the Extra Pharmacopeia, 1982. Prasad A.B., Reynolds E.F., Eds, 28th Edn. London, UK, The Pharmaceutical Press, p. 1206.
- NOK A.J., 2002. Azaanthraquinone inhibits respiration and *in vitro* growth of long slender bloodstream forms of *Trypanosoma congolense*. *Cell Bioch. Funct.*, **20**: 205-212.
- NWUFOH K.J., 1985. Anatomical and bacteriological studies of bovine cutaneous streptothricosis infection in Nigeria. *Doct. Thesis*, University of Ibadan, Ibadan, Nigeria, 218 p.
- OGWU D., ALHAJI S., OSORI D.I.K., 1981. Effectiveness of long action terramycin injectable solution in the treatment of streptothricosis in cattle. *Br. vet. J.*, **137**: 585-89.
- OKUNADE A., CLARK A.M., HUFFORD C.D., OGUNTIMEIN B.O., 1999. Aza-anthraquinone, an antimicrobial alkaloid from *Mitracarpus scaber*. *Planta Med.*, **65**: 447-448.

19. PELETON H.R., 1975. La dermatophilose cutanée dans le sud-est de la République du Tchad. Essais de traitement à l'aide d'une injection unique d'antibiotiques. *Acta vet. Hung.*, **37** : 197-199.
20. SAXENA R.C., DIXIT O.P., HARSTAN V., 1992. Insecticidal action of *Lantana camara* against *Callosobruchus chinensis* (Coleoptera: Bruchidae). *J. stored Prod. Res.*, **28**: 279-281.
21. SINGH H.N.P., PRASAD M.M., SURHA K.K., 1993. Efficacy of leaf extract of some medicinal plants against disease development in bananas. *Lett. appl. Microbiol.*, **17**: 269-271.
22. SUKUL S., CHAUDHURI S., 1999. Study of phenol compounds from the leaves of *Lantana camara*. *J. Phytol. Res.*, **12**: 119-121.

23. VANDEN BERGHE D.A., VLIETINCK A.J., 1991. Screening methods for antibacterial and antiviral agents from higher plants. In: Hostettmann K. Ed., *Methods in plant biochemistry*, vol. 6. London, UK, Academic Press, p. 47-69.
24. VERMA D.K., SINGH S.K., TRIPATHI V., 1997. A rare antibacterial flavone glucoside from *Lantana camara*. *Indian Drugs*, **34**: 332-335.
25. VERMA D.K., SINGH S.K., NATH G., TRIPATHI V., 1997. Antimicrobial active triterpenoids from *L. camara*. *Indian Drugs*, **34**: 390-392.

Reçu le 12.07.2002, accepté le 04.07.2003

Summary

Ali-Emmanuel N., Moudachirou M., Akakpo A.J., Quetin-Leclercq J. *In vitro* Antimicrobial Activity of *Cassia alata*, *Lantana camara* and *Mitracarpus scaber* Against *Dermatophilus congolensis* Isolated in Benin

The authors compared the *in vitro* antibacterial activity of aqueous and alcoholic extracts of leaves of *Cassia alata*, *Lantana camara* and *Mitracarpus scaber* on *Dermatophilus congolensis* – a Gram-positive bacteria that causes bovine dermatophilosis – with that of oxytetracyclin and procain benzylpenicillin. Crude alcoholic extracts of *C. alata*, *L. camara* and *M. scaber* were more effective on *D. congolensis* than aqueous extracts. On a strain isolated from infected animals, the inhibiting zones diameters were 14–20 mm and 20–24 mm for aqueous and alcoholic extracts at 500 mg/ml, respectively. Both *M. scaber* extracts showed a higher antibacterial activity on *D. congolensis* than those of *C. alata* and *L. camara*. *In vitro* antibacterial activity of crude alcoholic extracts of *M. scaber* at 500 mg/ml on *D. congolensis* was equivalent to that of procain benzylpenicillin at 800 mg/ml, and about 10–15 times lower than that of oxytetracyclin.

Key words: Cattle – *Dermatophilus congolensis* – *Cassia alata* – *Senna alata* – *Lantana camara* – *Mitracarpus scaber* – Penicillin – Procain – Oxytetracyclin – Benin.

Resumen

Ali-Emmanuel N., Moudachirou M., Akakpo A.J., Quetin-Leclercq J. Actividades antibacterianas *in vitro* de *Cassia alata*, *Lantana camara* y *Mitracarpus scaber* sobre *Dermatophilus congolensis* aislado en Benin

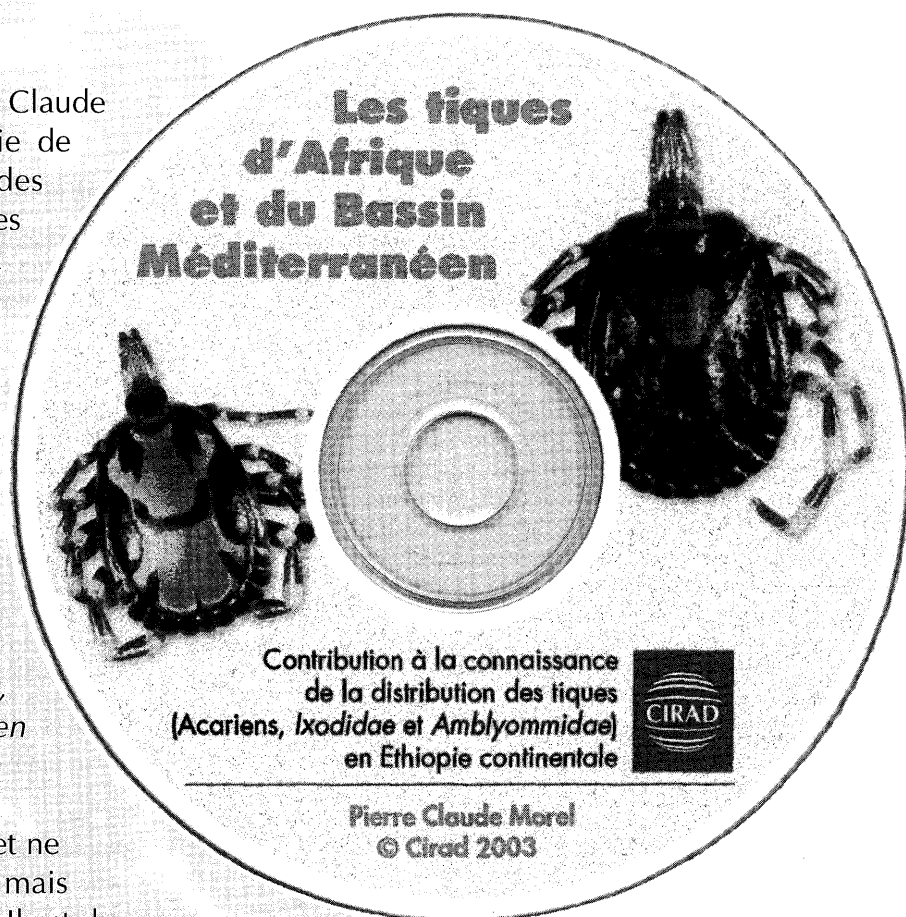
Se comparó la actividad antibacteriana *in vitro* de los extractos acuosos y alcohólicos de *Cassia alata*, *Lantana camara* y *Mitracarpus scaber*, con la de la oxitetraciclina y de la penicilina procainica sobre una bacteria Gram positivo, *Dermatophilus congolensis*, agente de la dermatofilia bovina. Los extractos alcohólicos brutos de *C. alata*, de *L. camara* y de *M. scaber* se revelaron más activos sobre *D. congolensis* que los extractos acuosos. Las zonas de inhibición a 500 mg/ml fueron de 14 a 20 mm y de 20 a 24 mm respectivamente para los extractos acuoso y alcohólico sobre una categoría aislada de animales infectados. Los dos extractos de *M. scaber* mostraron una actividad antibacteriana más elevada sobre *D. congolensis* que los de *C. alata* y *L. camara*. La actividad antibacteriana de los extractos alcohólicos brutos de *M. scaber in vitro* sobre *D. congolensis* a 500 mg/ml fue equivalente a la de la penicilina procainica a una concentración de 800 mg/ml y alrededor de 10 a 15 veces menor que la de la oxitetraciclina.

Palabras clave: Ganado bovino – *Dermatophilus congolensis* – *Cassia alata* – *Senna alata* – *Lantana camara* – *Mitracarpus scaber* – Penicilina – Procain – Oxitetraciclina – Benin.

Les tiques d'Afrique et du bassin méditerranéen

Décédé en 1996, Pierre Claude Morel a consacré sa vie de chercheur à l'étude des tiques. Il était l'un des plus grands spécialistes mondiaux des tiques, surtout africaines. Son manuscrit de 1 343 pages *Les tiques d'Afrique et du bassin méditerranéen (Ixodoidea), distribution, biologie, écologie, rôle pathogène* est à présent édité sur cédérom. On y trouvera également sa thèse, soutenue en 1969, intitulée *Contribution à la connaissance de la distribution des tiques (Acariens, Ixodoidea et Amblyommidae) en Afrique éthiopienne continentale*.

Le cédérom est édité par le Cirad et ne comporte pas de dessins de tiques mais uniquement du texte et des cartes. Il est donc destiné essentiellement à des chercheurs, enseignants ou à des étudiants en thèse. Il est gratuit et peut être envoyé sur simple demande.



Contact
Emmanuel Camus
Cirad-emvt
TA30/G
Campus international de Baillarguet
34398 Montpellier cedex 5
France
emmanuel.camus@cirad.fr

Application séquentielle de lambda-cyhalothrine sur le bétail par la méthode Electrodyn™. Résultats obtenus au Togo dans le cadre de la lutte contre la trypanosomose animale africaine

K. Batawui ^{1*} R. De Deken ² P. Bastiaensen ¹
A. Napala ³ G. Hendrickx ⁴

Mots-clés

Bovin – *Trypanosoma* – Méthode
d'application – Insecticide –
Innovation – *Glossina* – Méthode
de lutte – Togo.

Résumé

L'augmentation du prix des produits importés qui a suivi la dévaluation du franc CFA en 1994 a rendu difficile l'accès des éleveurs aux produits de type *pour-on*, les obligeant à se rabattre sur des méthodes moins fiables pour combattre non seulement les tiques, mais aussi la trypanosomose animale africaine (Taa) transmise par les mouches tsé-tsé ou glossines. En vue de palier à ce problème, le projet de lutte contre la trypanosomose animale au Togo (Plta) a expérimenté une nouvelle méthode d'application couplant les avantages de la méthode *pour-on* à un coût réduit : Electrodyn™ (Zeneca). Cette méthode est basée sur la pulvérisation électronique d'une formulation insecticide (Karate 2,5 ED®) à base de lambda-cyhalothrine 1 p. 100. L'étude a eu lieu sur 170 bovins dans le village de Skriback au nord du Togo (304 têtes à la fin de l'étude). De mars 1996 à mars 1997, tous les animaux ont été traités et de juillet 1997 à juillet 1998, seulement la moitié d'entre eux. Avant d'entamer la première application du produit, des enquêtes préliminaires ont été menées pendant un an (février 1995 - février 1996) afin d'avoir des données exactes sur la pression des glossines dans la zone et de pouvoir comparer leur densité avant et après le traitement. Les résultats indiquent que ce système a été très efficace dans les conditions de cette étude. L'intervention a permis de réduire la densité des glossines de 99,55 p. 100 et, couplée au traitement trypanocide, de réduire la prévalence de la Taa de 17 à 2 p. 100 ; associée à une vermifugation régulière des animaux, elle a également permis l'amélioration de l'hématocrite moyen du troupeau de 27 à 32,5 p. 100. Du point de vue économique, la méthode Electrodyn revient à un tiers du prix de l'application par la méthode *pour-on* classique. Elle offre en outre des potentialités considérables en combinaison avec la protection phytosanitaire (coton). La maniabilité de l'applicateur (longueur fixe) et le coût des piles relativement élevé sont les inconvénients qui peuvent entraver l'acceptabilité de la technique.

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

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

3. Directeur national du ranch Namiélé, Mango, Togo

4. Avia-GIS, Risschotlei 33, 2980 Zoersel, Belgique

* Auteur pour la correspondance

Chef division Dnta, Itra/DL, Cacavelli, BP 1163, Lomé, Togo

Tél. : +228 225 41 18 / 30 96 ; fax : +228 15 59

E-mail : dbatawui@yahoo.fr

■ INTRODUCTION

Au Togo, l'application de formulations insecticides sur le bétail est une méthode très appréciée par les éleveurs, non seulement pour contrôler les tiques, mais aussi pour lutter contre les glossines, vecteurs de la trypanosomose animale. Malheureusement, l'augmentation du prix des produits importés qui a suivi la dévaluation du franc CFA en 1994 a rendu difficile l'accès des éleveurs aux produits de type *pour-on*, obligeant ces derniers à se rabattre sur

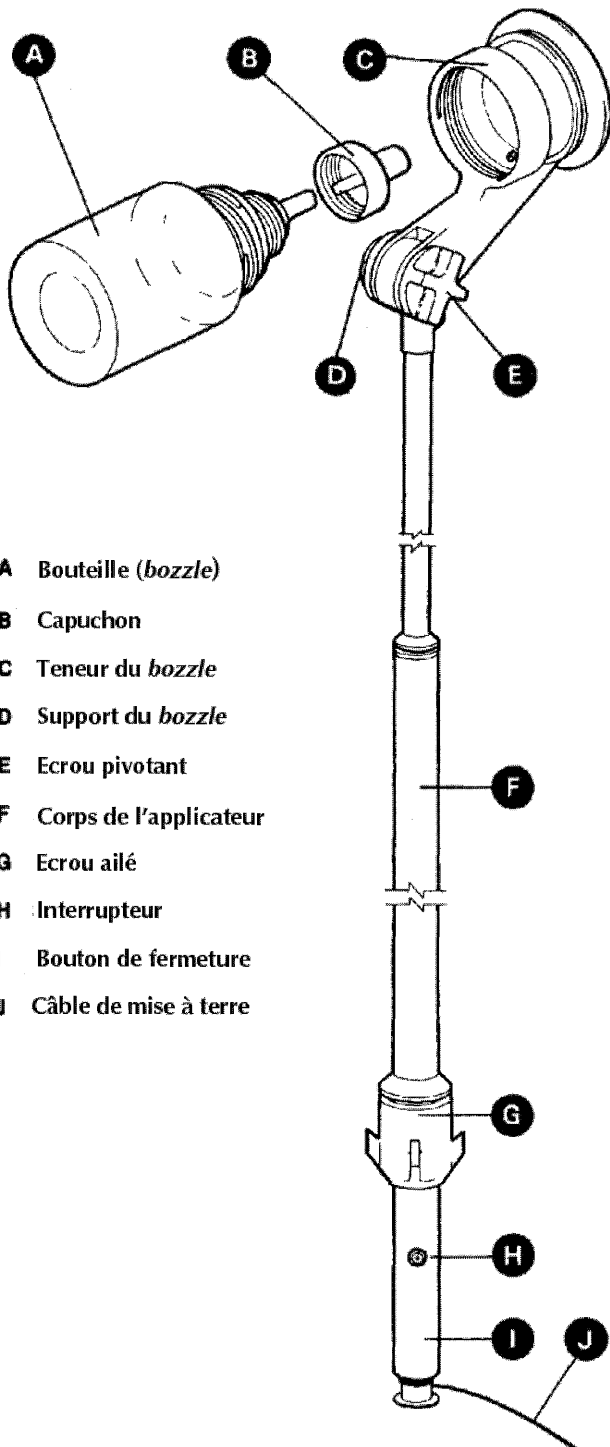
des méthodes moins fiables. En vue de palier à ce problème, le projet de lutte contre la trypanosomose animale au Togo (Plta) a expérimenté une nouvelle méthode d'application associant les avantages de la méthode *pour-on* et un coût réduit : Electrodyn™. Cette méthode est basée sur la pulvérisation électrodynamique d'une formulation insecticide (Karate 2,5 ED®) à base de lambda-cyhalothrine 1 p. 100 (figure 1).

La méthode fut développée par la société Zeneca dans les années 70 pour la protection phytosanitaire du coton. L'applicateur Electrodyn est un atomiseur électro-hydrodynamique. Dans un mouve-

ment rotatoire (6), il produit un nuage de microgouttelettes de moins de 100 µm ayant une vitesse de l'ordre de 10 m/s. L'applicateur n'a pas de pièces mobiles et, comme source d'énergie, n'exige que quatre piles de type D de 1,5 volts chacune générant un champ électrique de 25 000 volts (18) pour un temps de travail de 60 heures. Les principes physiques employés en pulvérisation électrodynamique sont basés sur les effets d'injection de charges électriques dans un liquide diélectrique par utilisation d'électrodes à haute tension rendant instable la surface du liquide (7). En utilisant la formulation à base d'huile, l'applicateur divise le liquide en gouttelettes uniformes fortement chargées négativement et attirées par la cible (végétale ou animale) ayant une charge positive (8). Appliquées à une distance de 15 à 20 cm, elles couvrent toute la cible de façon homogène (14).

Le produit actif utilisé, la lambda-cyhalothrine, est un pyréthroïde de synthèse développé par ICI¹ au Royaume-Uni. La concentration de Karate 2,5 ED est de 25 g/l de lambda-cyhalothrine.

Dès 1995 et sur demande du Plta, des essais préliminaires en étable sous moustiquaire furent engagés par le Cirde². Les résultats ont permis de définir une période de rémanence du produit contre les glossines (*Glossina palpalis gambiensis*, *G. tachinoides*) de plus de 50 jours (19). Les essais de terrain de cette étude ont débuté en mars 1996.



- A Bouteille (bozzle)
- B Capuchon
- C Teneur du bozzle
- D Support du bozzle
- E Ecrrou pivotant
- F Corps de l'applicateur
- G Ecrrou ailé
- H Interrupteur
- I Bouton de fermeture
- J Câble de mise à terre

Figure 1 : applicateur Electrodyn™ avec la bouteille de Karate 2,5 ED® prêt à l'emploi (bozzle = bottle plus nozzle).

■ MATERIEL ET METHODES

Site expérimental

Cette étude a été menée dans la zone de Skriback, située à une soixantaine de kilomètres au sud-ouest de Dapaong (au nord du Togo). D'une superficie de 12 km², cette vallée de savane herbacée est traversée par une rivière saisonnière le long de laquelle la végétation riveraine constitue l'habitat de *Glossina tachinoides*, la seule glossine présente dans cette zone (16). La culture attelée (riz, coton, mil), le pâturage et les sites d'abreuvement pour les animaux de la zone ont été les caractéristiques agro-écologiques qui ont déterminé le choix de cette zone. Elle faisait partie des zones prioritaires d'action du projet Plta, compte tenu d'une prévalence de la Taa supérieure à 11 p. 100. Son climat est de type soudano-sahélien, avec une longue saison sèche (novembre à mai) et une pluviométrie de moins de 1 000 mm par an.

Les animaux

Cent soixante-dix bovins de race taurine (Somba) ont été répartis en trois parcs (troupeaux) à raison de 70, 50 et 50 têtes. Au cours de l'étude, plusieurs éleveurs ont fait revenir des animaux qu'ils gardaient dans d'autres villages pour éviter les mortalités dues à la trypanosomose. Avec ces introductions (54 têtes) et les naissances (80 veaux), l'effectif des trois troupeaux à la fin de l'étude a été de 304 bovins. Ces animaux appartenaient aux villageois et étaient regroupés dans les parcs respectifs sous le gardiennage des bouviers (Peulhs) sous contrat avec les propriétaires. Ils étaient élevés selon un mode traditionnel.

Calendrier des traitements

Le Karate 2,5 ED a été appliqué sur tous les animaux à l'aide de l'applicateur Electrodyn. L'application a été réalisée sur la ligne dorsale et sur les flancs, à une distance de 15 à 20 cm du corps de l'animal. Les animaux ont été traités tous les deux mois selon

¹ Imperial Chemical Industries

² Centre international de recherche-développement sur l'élevage en zone subhumide

les doses suivantes : 12 ml de produit ou deux minutes de pulvérisation pour les animaux dont le poids a été supérieur ou égal à 150 kg ; 6 ml de produit ou une minute de pulvérisation pour les animaux dont le poids a été inférieur à 150 kg.

L'application du produit a été réalisée en deux phases : de mars 1996 à mars 1997, tous les animaux (100 p. 100) ont été traités ; de juillet 1997 à juillet 1998, la moitié des animaux (50 p. 100) ont été traités afin de déterminer si le produit avait la même rémanence avec la moitié seulement des animaux traités.

Pendant cette deuxième phase, la priorité a été donnée aux femelles et aux géniteurs, représentant la « fraction reproductrice » du troupeau. Outre le traitement à l'insecticide, tous les animaux diagnostiqués positifs à la trypanosomose ont été traités à l'acéturate de diminazène. Enfin, tous les bovins ont été traités contre la trypanosomose (blanchissage : acéturate de diminazène à la dose de 7 mg/kg) et contre les parasites gastro-intestinaux, la veille de la première application.

Suivi entomologique

Avant d'entamer la première application du produit, des enquêtes préliminaires ont été menées pendant un an (de février 1995 à février 1996, afin d'avoir des données exactes sur la pression des glossines dans la zone et de pouvoir comparer la densité de vecteurs avant et après le traitement. Vingt-trois pièges biconiques (5) ont été posés dans des lieux fixes et propices à la capture. Chaque piège a disposé d'une fiche d'enregistrement des glossines capturées et de leurs caractéristiques. La durée du piégeage a été de six jours par mois (chaque première semaine du mois) avec un relevé journalier de chaque piège. Les espèces de glossines capturées ont été identifiées en utilisant les clés classiques (21) et le logiciel d'identification Glossine Expert (2). Par ailleurs, l'âge des glossines mâles a été déterminé à partir du degré d'éraillures alaires (*wing fray*) (21). Enfin, la dissection des glossines a permis de déterminer le taux d'infection par des trypanosomes et l'âge physiologique des femelles par observation de la configuration ovarienne (4) ; la collecte des repas de sang sur papier-filtre (Wattmann n°2) a été envoyée au laboratoire du Cirdes en vue de la détermination des hôtes nourriciers par la technique Elisa avec utilisation des antisérums des différents hôtes (laboratoire de Service Bgvt/Gtz, Berlin, Allemagne).

Suivi protozoologique

Le suivi a commencé neuf mois avant le début des traitements à l'insecticide. Il a été réalisé sur la totalité des animaux tout au long de l'étude. La fréquence a été mensuelle avant et pendant la première phase de l'étude et bimestrielle pendant la deuxième phase. L'objectif de ce suivi a été de connaître la situation sanitaire des animaux de la zone, avant et pendant l'application du produit, à partir de l'hématocrite et du calcul de l'incidence de la trypanosomose. Des échantillons sanguins de tous les bovins (sauf des veaux âgés de moins d'un mois) ont été prélevés à la veine auriculaire dans des tubes micro hématocrites héparinés. Ces échantillons ont été traités par centrifugation (12 000 tours/min pendant 5 min) en vue de déterminer l'hématocrite à l'aide d'une échelle de mesure (Hawksley Microhematocrit Reader). Puis, ils ont été observés par microscopie directe de l'interface leucocytaire pour la détermination de la parasitémie (l'espèce de parasite est déterminée par le mode de mouvement) de l'animal (15). Toute l'opération a été réalisée sur le terrain. Tous les cas positifs après les analyses parasitologiques ont été traités à l'acéturate de diminazène à la dose de 7 mg/kg.

Analyse économique

Le calcul du coût annuel de traitement d'un bovin de 150 kg par la méthode ElectroDYN a été réalisé en tenant compte du coût des piles, de la fréquence d'applications (six fois par an), du prix du produit, des frais de prestation du vétérinaire (25 Fcfa) et des frais d'amortissement de l'applicateur (5 Fcfa) (20). La dose nécessaire pour ce traitement a été de 12 ml de Karate 2,5 ED. Ce coût a été comparé à celui d'autres systèmes conventionnels (*pour-on*, pulvérisation à base d'eau) (tableau I).

Analyse des données

En entomologie, pour les glossines, les densités apparentes (Dap) mesurées ont été exprimées en nombre total de glossines capturées par piège et par jour. Ces densités ont été transformées en $\text{Log}(Dap+1)$ afin d'atténuer les extrêmes et d'augmenter la linéarité des résultats. En protozoologie, tout comme dans le cas des glossines, des courbes ont été tracées sur base des données de l'incidence de la Taa, de l'hématocrite total moyen du troupeau et de l'hématocrite des cas positifs. Un test de régression linéaire a

Tableau I

Comparaison du coût de traitement annuel d'un bœuf de 150 kg aux insecticides topiques pour le contrôle de la trypanosomose animale africaine

| Méthode | Produit | Volume de la bouteille (ml) | Coût de la bouteille (Fcfa) | Coût de l'applicateur (Fcfa) | Coût annuel d'un animal traité (150 kg) (Fcfa) | Coût de l'application (Fcfa) | Coût total (Fcfa) |
|----------------|--|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|--|------------------------------|-------------------|
| <i>Pour-on</i> | Spot-on® Deltaméthrine 1 % Solution huileuse | 250 | 7 500 | Incorporé | 30 x 15 x 6 = 2 700 | 25 x 6 = 150 | 2 850 |
| Pulvérisation | Butox® Deltaméthrine 5 % Dilution aqueuse 0,005 % | 1 000 | 28 000 | 25 250 * | 28 x 12 = 336 | 50 x 12 = 600 | 936 |
| ElectroDYN™ | Karate 2,5 ED® Lambda-cyhalothrine 2,5 % solution huileuse | 750 | 6 750 | 13 500 | 9 x 12 x 6 = 648 | 50 x 6 = 300 | 948 |

* Pompe à dos de 15 l

permis d'étudier la relation entre l'hématocrite des animaux et la prévalence de la Taa dans la zone de l'étude.

■ RESULTATS

Entomologie

Densité et âge des glossines

Les résultats des enquêtes entomologiques menées avant l'application du produit ont confirmé la présence d'une unique espèce de glossines (*G. tachinoides*) dont les populations ont été concentrées en saison sèche au niveau de certains sites préférentiels. En saison humide (septembre), les glossines sont capables de se disperser hors de la galerie forestière, mais en une faible concentration. La figure 2 montre la forte présence des glossines en février 1996 se traduisant par des captures. Avant l'application du produit, la densité apparente des glossines a été comprise entre 0,2 et 0,7. Après la première application (mars 1996) de l'insecticide sur les animaux, la densité des glossines a diminué progressivement et est devenue très faible deux mois après la première application (Dap très faible, sauf quelques exceptions isolées).

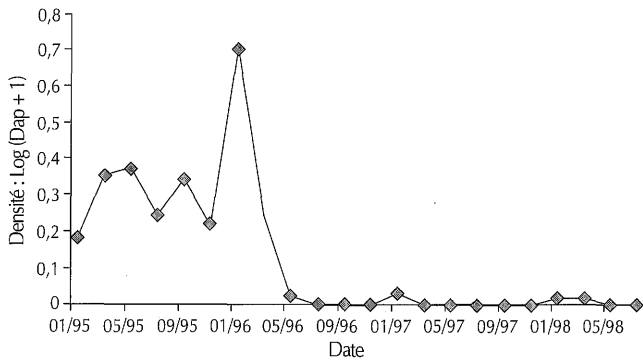


Figure 2 : évolution des captures de glossines après transformation logarithmique de la densité apparente (Dap) entre février 1995 et septembre 1998.

L'âge moyen des femelles a été généralement supérieur à celui des mâles. Avant l'application du produit, l'âge moyen des glossines femelles a été de 31 jours, alors que celui des mâles a été de 26 jours. Après l'application du produit, l'âge moyen des glossines femelles a été de 19 jours, celui des mâles de 16 jours.

Taux d'infection des glossines et hôtes nourriciers

La dissection de 2 152 glossines sur les 3 029 capturées a permis la détermination du taux d'infection. En outre, 99 p. 100 des infections se sont situées au niveau de l'intestin moyen et du proboscis contre 1 p. 100 seulement au niveau des glandes salivaires. La figure 3 illustre la diminution progressive du taux d'infection des glossines observée au cours de l'étude. Dès le mois de juin 1996,

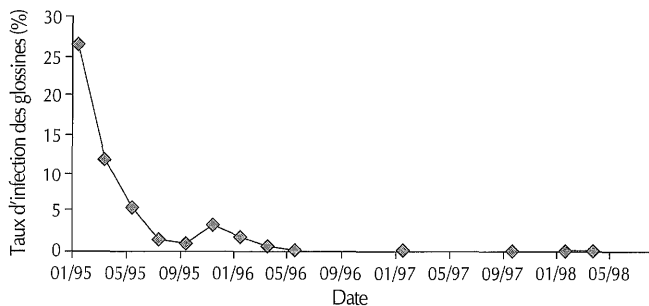


Figure 3 : évolution du taux d'infection des glossines au cours de l'étude.

soit trois mois après la première application, le taux d'infection des rares glossines capturées a été de zéro. Sur les 241 repas de sang analysés, 72 p. 100 ont été d'origine bovine, 22 p. 100 d'origine porcine et 6 p. 100 d'autres origines (oiseaux, varans, chiens), mais 120 autres échantillons n'ont pas pu être identifiés.

Protozoologie

Prévalence de la trypanosomose animale africaine

Le taux de prévalence de la trypanosomose bovine dans la zone de l'étude avant l'application du produit (mai 1995 - mars 1996) a varié entre 2 et 17 p. 100 (figure 4). Les parasites identifiés ont été *Trypanosoma congolense* (61 p. 100), *T. vivax* (38 p. 100) et *T. b. brucei* (1 p. 100). Au cours de la première phase de l'étude (mars 1996 - mars 1997), la prévalence n'a jamais dépassé 3 p. 100. Au cours de la deuxième phase (juillet 1997 - juillet 1998), des cas positifs ont presque été enregistrés, bien que le taux de prévalence n'ait pas dépassé 2 p. 100.

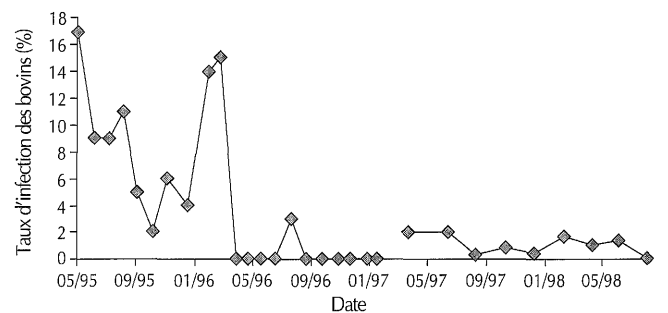


Figure 4 : évolution du taux d'infection des bovins au cours de l'étude.

Hématocrite

L'hématocrite total moyen des trois troupeaux a été de 27 p. 100 avant l'application du produit et de 32,5 p. 100 après son application. L'hématocrite s'est aussi amélioré progressivement. Dans les trois troupeaux, l'hématocrite a été supérieur à 30 dès le huitième mois après la première application. Lors de la seconde phase, l'application du produit sur la moitié des animaux a permis de maintenir cette situation (figure 5).

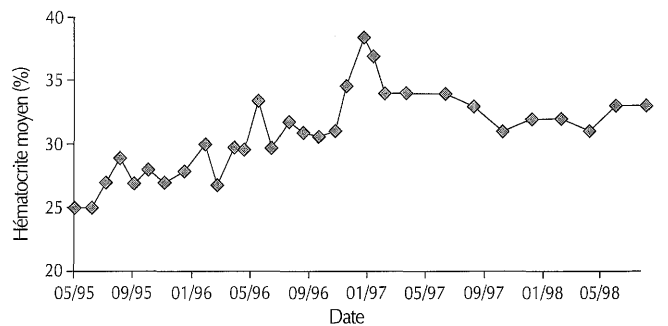


Figure 5 : évolution de l'hématocrite moyen des trois troupeaux au cours de l'étude.

Economie

Le coût annuel d'un bovin traité par la méthode Electrodyn dans le cadre de cette étude a été de 948 Fcfa, alors que celui d'un bovin traité par la méthode pour-on (Spot-On®, deltaméthrine 1 p. 100, dosage de 15 ml par 150 kg de poids vif) avec la même fréquence

d'application s'élève à 2 850 Fcfa. Comparé au coût du traitement par pulvérisation (deltaméthrine 5 p. 100 en dilution aqueuse de 0,005 p. 100), le coût de traitement annuel d'un bovin par la méthode ElectroDYN est presque le même (936 Fcfa).

■ DISCUSSION

Avant l'application du produit sur les animaux, la distribution des glossines dans la zone a été conforme à ce que l'on pouvait attendre, avec une concentration des populations auprès des lieux d'abreuvement des animaux à la fin de la saison sèche et une relative dispersion en savane. Cette dispersion entraîne un effet de dilution qui se traduit par des Dap modestes (10). L'analyse des repas sanguins a permis d'affirmer que les bovins de la zone de l'étude ont été les hôtes les plus exposés au risque d'infection. Dans le cadre d'une action de contrôle de la Taa, il convient également de tenir compte des porcs car ils ont représenté une partie non négligeable des repas sanguins (22 p. 100).

L'importance de la prévalence trypanosomienne observée avant l'application du produit (17 p. 100) est à rapprocher du fait qu'il n'y avait aucune action de lutte contre le vecteur, ni contre le parasite. Ces observations, confirmant celles de Boyt (1), rapprochent la prévalence de la trypanosomose au taux d'infection des glossines, à la fréquence des repas pris sur l'hôte et à la densité de vecteur. Le fait que la grande majorité des infections des glossines se situaient au niveau de l'intestin moyen et du proboscis indiquait qu'elles étaient en majorité infectées par *Trypanosoma congolense* (proboscis et intestin moyen) et *T. vivax* (proboscis) (21). Le traitement de tous les animaux à l'acéturate de diméthazène avant le début de la première application insecticide et des animaux identifiés comme étant positifs après l'analyse parasitologique, avant et après le début des applications, explique la diminution progressive du taux d'infection des glossines capturées au cours de cette étude, et donc de leur risque d'infecter les hôtes lors des repas de sang. Malgré cette baisse, la prévalence de la trypanosomose chez les bovins a varié fortement et a été encore très élevée (14 p. 100) en février 1996. Cette situation plaide en faveur du facteur contact hôte - glossine, lorsque le bétail à ce moment de la saison sèche va à la recherche des pâturages et des points d'abreuvement qui sont des zones à haute densité de glossines. Dans ce cas, les glossines non infectées prennent des repas sains évitant ainsi de nouvelles infections, alors que celles qui sont déjà infectées continuent de transmettre les trypanosomes aux bovins au cours de leurs repas sanguins. Etant donné que la glossine est infectée à vie (3), les glossines infectées près d'un endroit où le bétail vient régulièrement s'abreuver en saison sèche peuvent causer de problèmes constants de trypanosomose. Cette situation est illustratrice de l'épidémiologie de la Taa qui rend difficile l'analyse de risque de l'introduction de bétail dans une zone (13).

Après l'application de l'insecticide sur la totalité des bovins de la zone, la densité des glossines a considérablement diminué et ceci très rapidement ; cet acquis a été conservé lorsque seulement la moitié de ces animaux ont été traités (seconde phase). Dans les deux cas, la densité apparente a avoisiné zéro (0,0031) soit une diminution de 99,55 p. 100 par rapport à la situation au début de l'étude. Ceci confirme la toxicité de lambda-cyhalothrine sur les glossines, corroborant les résultats des expériences d'Okoth et coll. (17) en Ouganda.

Les quelques rares glossines capturées après l'application du produit sur les bovins ont toutes été âgées de moins de trois semaines (17 jours). Ceci renforce l'impact du contrôle sur l'état sanitaire du bétail, puisque les mouches plus âgées qui sont susceptibles de transmettre les trypanosomes ont donc probablement été éliminées.

Dans le cheptel, la prévalence de la Taa a diminué significativement suite à la diminution de la densité des glossines, mais aussi suite au traitement de tous les animaux la veille de la première application et des cas positifs pendant l'étude. Ceci confirme l'efficacité de la combinaison des méthodes de lutte contre le vecteur (insecticide sur bétail) et contre le parasite (chimiothérapie) déjà montrée par Hendrickx et Napala (9).

La stabilisation du taux d'hématocrite à un niveau de 32,5 p. 100 chez les animaux vers la fin de cette étude a probablement été le résultat du suivi vétérinaire régulier permettant de lutter simultanément contre la trypanosomose et contre les autres pathologies (parasitoses gastro-intestinales).

La corrélation négative constatée entre la prévalence et l'hématocrite illustre l'effet de la lutte menée contre les glossines dans cette zone. Les présentes observations corroborent celles de Le Gall et coll. (12) qui remarquent une évolution positive de l'hématocrite lorsque la prévalence de la trypanosomose baisse dans le troupeau après une lutte antivectorielle.

En comparant les coûts liés à chaque méthode de contrôle, on constate que la méthode ElectroDYN est revenue à un tiers du prix de l'application par la méthode *pour-on*. Le coût annuel a presque été identique à celui du traitement par pulvérisation. Une différence importante a toutefois persisté au niveau de la fréquence des applications : six applications par an pour la méthode ElectroDYN contre 12 applications par an pour le traitement par pulvérisation. Cette dernière méthode pose aussi de nombreux problèmes liés à la dilution de la deltaméthrine en fines gouttelettes (erreurs de dosage, problème d'eau dans la région des savanes...). Le fait que le système ElectroDYN - Karate 2,5 ED puisse être à la fois utilisé sur le coton, qui est un important produit de rente dans cette région du Togo, et pour lutter contre les glossines offre des potentialités considérables en milieu agropastoral. Toutefois, plusieurs difficultés liées à l'application du Karate 2,5 ED par la méthode ElectroDYN sont à signaler et à prendre en compte lors d'études ultérieures :

- la consommation élevée de piles (4 piles 1,5 Volt pour un travail de 10 h), de loin supérieure aux indications du fabricant de l'applicateur. Ceci a été également observé dans l'étude du Cirde (20) ;
- l'incommodité liée à la longueur (fixe) de l'applicateur qui ne peut être transporté de façon pratique dans les conditions de terrain ni sur motocyclette, ni sur bicyclette ;
- les difficultés liées à l'entretien de l'applicateur en milieu rural et surtout du maniement fragile de la bouteille.

■ CONCLUSION

L'utilisation du Karate 2,5 ED, appliqué sur le bétail par la méthode ElectroDYN, a été très efficace dans le cadre de la lutte contre les glossines dans les conditions de cette étude. L'intervention a permis de réduire la densité des glossines de 99,55 p. 100 et, couplée aux traitements trypanocides, de baisser le taux de prévalence de la Taa de 17 à 2 p. 100. Elle a également permis, accompagnée d'une vermifugation régulière des animaux, l'amélioration de l'hématocrite moyen du troupeau de 27 à 32,5 p. 100. Du point de vue économique, la méthode ElectroDYN revient au tiers du prix de l'application par la méthode *pour-on* classique. Elle offre en outre des potentialités considérables en combinaison avec la protection phytosanitaire en milieu agropastoral, en premier lieu le coton pour qui concerne le Togo. La maniabilité de l'applicateur (longueur fixe) et le coût des piles relativement élevé sont les inconvénients qui peuvent entraver l'acceptabilité de la technique.

Remerciements

Ce travail a été réalisé au sein du Projet de lutte contre la trypanosomose animale au Togo. Il a fait l'objet d'un mémoire de Maîtrise en Sciences vétérinaires, soutenu le 10 octobre 1999 par M. Komla Batawui à l'Institut de médecine tropicale d'Anvers (Belgique). Les auteurs tiennent à remercier avant tout les villageois et les éleveurs de Skriback pour leur accueil, disponibilité et participation à toutes les activités pendant l'étude. Ils adressent aussi leurs remerciements aux Drs Y. Sabi (cabinet Promavet, Dapaong), B. Dao (Pita, Sokodé) et F. Stachursky (Cirad/Cirdes, Bobo-Dioulasso). Enfin, ils remercient également l'ONU-FAO qui exécuta le projet Pita et la Belgique, principal bailleur de fonds du projet, ainsi que l'entreprise Zeneca pour la mise à disposition des équipements et produits.

BIBLIOGRAPHIE

1. BOYT W.P., 1986. Guide pratique pour le diagnostic, le traitement et la prévention de la trypanosomose animale africaine. Rome, Italie, FAO, 139 p.
2. BRUNHES J., CUISANCE D., GEOFFROY B., HERVY J.P., LEBBE J., 1994. Logiciel et manuel d'identification, Glossine Expert. Paris, France, Orstom, 59 p.
3. BUXTON P.A., 1955. The natural history of tsetse flies. In: Memoirs of the London School of Hygiene and Tropical Medicine, London, UK, p. 739. (No 10, Lewis)
4. CHALLIER A., 1965. Amélioration de la détermination de l'âge physiologique des glossines. Etude sur *Glossina palpalis gambiensis* (Vanderplank, 1949). *Bull. Soc. Pathol. exot.*, **58** : 250-259.
5. CHALLIER A., LAVEISSIERE C., 1973. Un nouveau piège pour la capture des glossines (*Glossina* : Diptera, Muscidae) : description et essai sur le terrain. *Cah. Orstom, Série Entomol. méd. parasitol.*, **11** : 251-262.
6. COFFEE R.A., 1981. Electrodynamic crop spraying. *Outlook Agric.*, **10**: 350-356.
7. COFFEE R.A., KOHLI A., 1982. Electrodynamic spraying to control tropical crops. In: Proc. International Conference on Plant Protection in the Tropics, p. 681-694.
8. DURAND R.N., PASCOE R., BINGHAM W., 1984. The hand-held Electrodyn sprayer: an operational tool for better crop management in developing countries. In: Proc. Br. Crop. Protec. Conf., Pests and Diseases, Brighton, UK, 19-22 November 1984.
9. HENDRICKX G., NAPALA A., 1999. Le contrôle de la trypanosomose « à la carte » : une approche intégrée basée sur un Système d'information géographique. Bruxelles, Belgique, Académie royale des sciences d'outre-mer, classe des Sciences naturelles et médicales. (Mémoire 8^e nouvelle série, tome 24, fasc. 4)
10. ITARD J., 1986. Les glossines ou mouches tsé-tsé. Maisons-Alfort, France, Cirad-lemvt, 155 p. (Coll. Etudes et synthèses)
11. LAVEISSIERE C., COURET D., TRAORE T., 1995. Tests d'efficacité et de rémanence d'insecticides utilisés en imprégnation sur tissu pour la lutte contre les glossines. *Cah. Orstom, Série Entomol. méd. parasitol.*, **23** : 61-67.
12. LE GALL F., BLANC F., GOUTEUX J.P., MAINGUET M., CUISANCE D., LEMESRE J.L., NITCHEMAN S., CAVALEYRA M., D'AMICO F., POUNEKROZOU E., N'DOKOUE F., 1995. La lutte par piégeage contre *Glossina fuscipes fuscipes* pour la protection de l'élevage en République centrafricaine. IV. Impact entomologique, parasitologique et zootechnique. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **48** : 161-169.
13. MACLENNAN K.J.R., 1983. Tsetse-transmitted trypanosomiasis in relation to the rural economy in Africa. Selected articles from World Animal Review. Rome, Italy, FAO. (Animal Production and Health No 37)
14. MATTHEWS G.A., 1988. The attack of the charged brigade. In: New Scientist, Edn 14 July 1988.
15. MURRAY M., MURAY 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.
16. NAPALA A., HENDRICKX G., VERMEILEN A., GNAGNA K., 1995. Répartition et abondance des glossines et de la trypanosomiase bovine au Togo. Lagos, Nigeria, OAU/STRC, p. 74-75.
17. OKOTH J.O., OKETHI V., OGOLA A., 1991. Control of tsetse and trypanosomiasis transmission in Uganda with applications of lambda-cyhalothrin. *Med. vet. Entomol.*, **5**: 121-128.
18. SMITH R.K., 1986. New pesticide technologies and the Electrodyn sprayer. In: Proc. 4th National Plant Health Seminar, 24-29 November 1986, Belem, Para, Brazil.
19. STACHURSKI F., 1995. Etude de l'activité acaricide du Karate plus ED[®] appliqué par la méthode Electrodyn. Compte rendu d'essais. Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, Cirdes.
20. STACHURSKI F., 1998. Etude de l'activité et de la rémanence du Karate 2,5 ED[®] (lambda-cyhalothrine) appliqué par la méthode Electrodyn. Essais 1996. Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, Cirdes.
21. Training manual for tsetse control personnel, 1982. Pollock J.N. Ed., 4 vol. Rome, Italy, FAO.

Reçu le 20.02.2003, accepté le 08.09.2003

Summary

Batawui K., De Deken R., Bastiaensen P., Napala A., Hendrickx G. Sequential Application of Lambda-Cyhalothrin on Cattle with the ElectroDYN™ Method. Results Obtained in Togo in the Context of the African Animal Trypanosomosis Control

Smallholders' access to pour-on-type products was rendered difficult after the price increase of imported products, a consequence of the 1994 devaluation of the CFA franc. They thus turned to less reliable methods for the control not only of ticks, but also of African animal trypanosomoses (AAT) transmitted by tsetse flies or glossinae. To address this problem, the Animal Trypanosomosis Control Project in Togo investigated the use of a new application method that combined pour-on method advantages and a lower cost: ElectroDYN™ (Zeneca). This method is based on the electrodynamic spraying of an insecticide formulation (Karate 2.5 ED®) containing 1% lambda-cyhalothrin. The trial was conducted on 170 head of cattle in the village of Skriback in the north of Togo (304 head at the end of the trial). All the animals were treated between March 1996 and March 1997, and only half of them were treated between July 1997 and July 1998. Before starting the first treatment, preliminary surveys were carried over a one-year period (from February 1995 to February 1996) to obtain precise data on the area tsetse challenge, for before-and-after-treatment comparisons. Results showed that the system was very efficient within the study set-up. It helped reduce tsetse fly densities by 99.55%, and reduce AAT prevalence from 17 to 2% when used in combination with a trypanocide treatment. It also helped improve the herd mean packed cell volume from 27 to 32.5%, when used in combination with a regular anthelmintic treatment. The ElectroDYN method is also cost-effective, its cost being a third of the traditional pour-on method. Furthermore, huge additional advantages can be obtained through the joint use of equipment in areas of intensive phytosanitary control. Handling of the applicator (fixed length) and the relatively high cost of batteries are the constraints that may affect acceptability of the technique.

Key words: Cattle – *Trypanosoma* – Application method – Insecticide – Innovation – *Glossina* – Control method – Togo.

Resumen

Batawui K., De Deken R., Bastiaensen P., Napala A., Hendrickx G. Aplicación secuencial del lambda-cyhalotrina sobre el ganado mediante el método ElectroDYN™. Resultados obtenidos en Togo en el cuadro de la lucha contra la tripanosomosis animal africana

El aumento de los precios en los productos importados, que siguió a la devaluación del franco CFA en 1994, tornó difícil para los criadores el acceso a los productos de tipo *pour-on*, obligándolos a volverse hacia métodos menos fiables para el combate, no sólo de las garrapatas, sino también de la tripanosomosis animal africana (TAA), transmitida por las moscas tsé-tsé o las glosinas. Con el fin de paliar este problema, el proyecto de lucha contra la tripanosomosis animal en Togo (PLTA) experimentó un nuevo método de aplicación, reuniendo las ventajas del método *pour-on* a un costo reducido: ElectroDYN™ (Zeneca). Este método se basa en la pulverización electrónica de una fórmula insecticida (Karate 2,5 ED®), a base de lambda-cyhalotrina a 1%. El estudio se llevó a cabo sobre 170 animales, en la población de Skriback, en el norte de Togo (con 304 cabezas al final del estudio). Se trataron todos los animales de marzo 1996 a marzo 1997; de julio 1997 a julio 1998, se trató solamente la mitad. Antes de realizar la primera administración del producto, se hicieron encuestas preliminares, durante un año (febrero 1995 a febrero 1996), esto con el fin de tener datos precisos sobre la presión de las glosinas en la zona y de poder comparar la densidad antes y después del tratamiento. Los resultados indican que este sistema fue muy eficaz bajo las condiciones de este trabajo. La intervención permitió reducir la densidad de las glosinas de 99,55% y asociada al tratamiento tripanocida, la reducción de la prevalencia de la TAA fue de 17 a 2%; asociada a una desparasitación regular de los animales, permitió igualmente la mejoría del hematocrito medio del hato de 27 a 32,5%. Desde el punto de vista económico, el método ElectroDYN representa un tercio del precio de la aplicación mediante el método de *pour-on* clásico. Ofrece también un potencial considerable al combinarlo con la protección fitosanitaria (algodón). La manipulación del aplicador (de largo fijo) y el costo de las baterías relativamente elevado son inconvenientes que pueden representar un obstáculo para la aceptación de la técnica.

Palabras clave: Ganado bovino – *Trypanosoma* – Método de aplicación – Insecticida – Innovación – *Glossina* – Método de control – Togo.

Formations spécialisées Cirad-emvt - 2004

Aviculture tropicale du 22 mars au 02 avril 2004

- A l'issue de cette formation, les participants seront capables :
- de décrire les enjeux et les développements des productions avicoles en régions chaudes
 - de conseiller les éleveurs de volailles et les organisations professionnelles, en régions chaudes, dans les domaines zootechniques et sanitaires, en fonction de leur niveau d'intensification
 - de contribuer à la structuration et au renforcement des filières avicoles

Frais d'inscription : 1 370 euros

Cours international de pathologie et production des ovins et caprins (Cippoc) du 01 mars au 19 mars 2004

- A l'issue de cette formation, les participants seront en mesure :
- de comprendre le fonctionnement de systèmes locaux de production ovine et caprine
 - d'en déterminer les conditions de développement et de proposer des mesures propres à le favoriser
 - d'en détecter les faiblesses et d'identifier les principaux facteurs de blocage économique et technique

Frais d'inscription : 2 515 euros

Aquaculture tropicale du 22 mars au 02 avril 2004

- Tout en se familiarisant avec les spécificités des animaux aquatiques, les participants, à l'issue de cette formation, seront capables :
- d'évaluer l'opportunité de développer l'aquaculture dans une zone donnée
 - d'identifier les systèmes d'élevage les plus appropriés à la zone et de concevoir les itinéraires techniques adaptés correspondant
 - de contribuer à la structuration et au renforcement de la filière piscicole
 - d'assurer l'interface entre les organismes de recherche et les organismes de développement dans le domaine de l'aquaculture

Frais d'inscription : 915 euros

Faune sauvage et développement du 08 au 19 mars 2004

- Pour prendre en compte la dimension faune sauvage dans la planification et la mise en œuvre des activités de développement rural, à l'issue du stage les participants seront capables :
- d'identifier les outils et les méthodes de gestion et de conservation de la faune sauvage qui sont utilisables dans le contexte local
 - de décrire les principaux systèmes de valorisation de la faune sauvage
 - d'analyser les interactions entre faune et activités humaines

Frais d'inscription : 1 070 euros

Hygiène et qualité dans les filières de productions animales en régions chaudes du 01 mars au 02 avril 2004

- Module 1 : Maîtrise de la qualité dans les filières du 01 au 19 mars 2004
Frais d'inscription : 1 200 euros
- Module 2 : Production et qualité dans la filière lait du 22 mars au 02 avril 2004
Frais d'inscription : 1 100 euros
- Module 3 : Contrôle de la qualité des denrées alimentaires d'origine animale du 22 mars au 02 avril 2004
Frais d'inscription : 1 100 euros

Méthodologie de l'épidémiologie du 25 octobre au 26 novembre 2004

- A la fin de cette formation, pour concevoir, réaliser, organiser et créer un réseau d'épidémiologie, les participants seront capables :
- de concevoir et d'organiser un réseau d'épidémiologie
 - de concevoir et de mettre en place des actions d'épidémiologie
 - de concevoir, d'organiser et d'animer les formations dans le cadre de la mise en place et du fonctionnement du réseau
 - de mettre en place et de conduire les actions de communication interne et externe dans le cadre de la mise en place et du fonctionnement du réseau
 - d'évaluer le fonctionnement du réseau

Frais d'inscription : 1 830 euros

Gestion et traitement de données appliqués à l'épidémiologie du 29 novembre au 17 décembre 2004

- A l'issue de cette formation, les participants seront en mesure :
- de maîtriser les fonctions de base des logiciels ACCESS (création d'une base de données) et Map-Info (création de cartes)
 - de créer des outils pour la gestion des données d'un réseau d'épidémiologie
 - de mettre en relation une base de données avec Map-Info et de représenter la distribution d'une maladie animale
 - de réaliser des analyses thématiques simples pour représenter des données et produire des documents cartographiques d'aide à la décision

Frais d'inscription : 2 135 euros

Un devis personnalisé peut être établi sur simple demande. Le Cirad n'est pas en mesure d'accorder des bourses. Il convient donc de faire une demande auprès d'instances nationales ou internationales (ambassade, Ong, Projet...). Le nombre de places étant limité il est recommandé de s'inscrire au moins trois mois avant le début des cours. Les candidatures comprenant un CV détaillé, une lettre de motivation et des indications sur l'organisme de gestion de la bourse, doivent être adressées au secrétariat du cours (coordonnées ci-dessous)

Cirad-emvt, TA 30 / B, 34398 Montpellier Cedex 5, France

Tél. : +33 (0)4 67 59 39 16 ; fax : +33 (0)4 67 59 37 97 ; e-mail : brigitte.languedocq@cirad.fr

Analyse de l'activité d'élevage bovin et transformation des systèmes de production en situation sylvopastorale algérienne

T. Madani ¹ B. Hubert ² B. Vissac ² F. Casabianca ³

Mots-clés

Bovin – Performance de reproduction – Etat corporel – Performance animale – Méthode d'élevage – Système sylvopastoral – Algérie.

Résumé

Dans cette étude a été analysé le rôle joué par l'élevage bovin dans les systèmes d'élevage et les exploitations d'un massif forestier du Nord-Est algérien ; le massif est représentatif des 500 000 ha de la suberaie algérienne qui constitue la partie la plus arrosée et héberge la majeure partie du cheptel bovin allaitant du pays. Après avoir présenté le cadre de l'étude, les sources d'informations et les types d'élevage, les auteurs ont traité l'élaboration des performances de reproduction et de croissance des bovins. Cette démarche méthodologique de l'analyse des systèmes d'élevage a insisté sur les interactions entre les profils de reproduction des femelles, le type de matériel animal utilisé et la dynamique de l'état corporel qui s'est avéré un indicateur fiable pouvant constituer un outil de diagnostic dans la maîtrise de la reproduction. La confrontation des pratiques avec l'évolution des besoins des animaux et des ressources pastorales a permis de repérer des périodes dites saison-pratique, afin d'analyser les ajustements mis en œuvre et leur incidence sur les performances. Aussi, l'étude des pratiques et de l'évolution des systèmes d'élevage a permis de produire des catégories de systèmes de production plus pertinentes et plus opératoires pour rendre compte des trajectoires en cours. Le présent travail a contribué ainsi à la production de cadres de références adaptés à la situation, pouvant servir sans avoir à recourir aux seuls paradigmes de l'intensification.

■ INTRODUCTION

Aujourd'hui comme hier, l'élevage des bovins à viande est continuent du rôle qu'il joue dans les exploitations et les systèmes agraires. Le coût élevé de ce bétail et la durée de son intervalle de génération le rendent particulièrement sensible au changement. Si la littérature comprend de nombreuses références expérimentales sur les conditions « techniquement rationnelles » de sa maîtrise, peu d'éléments concernent des contextes géographiques marginaux et des situations de crise. Les connaissances issues d'expérimentations sont difficilement utilisables sans une analyse des sys-

tèmes complexes dans lesquels l'élevage est inséré, de la représentation que les éleveurs s'en font et de leurs capacités réelles d'intervention.

Dans l'approche des activités d'élevage présentes sur un massif forestier du Nord-Est algérien, les auteurs ont été confrontés aux limites des références expérimentales disponibles. Au sein des cheptels des exploitations, l'articulation générale entre les bovins, les ovins et les caprins, décrite par ailleurs (15), a montré des liens fonctionnels entre les trois espèces en matière de gestion de la trésorerie et d'affectation des ressources pâturées et stockées. Les résultats présentés ici ont concerné plus spécifiquement les bovins, en cherchant à répondre à la question suivante : comment organiser un conseil technique différencié selon les types d'éleveur et adapté à chaque condition d'exercice de leurs activités d'élevage ? Pour y parvenir, les auteurs se sont efforcés d'abord de représenter le fonctionnement des systèmes d'élevage, puis d'identifier le rôle joué par les bovins dans l'évolution des systèmes de production.

1. Institut de biologie, université de Sétif, BP 808, 1900 Sétif, Algérie

2. Inra-Sad, 147 rue de l'Université, 75338 Paris Cedex 07, France

Tél. : +33 (0)1 42 75 93 17 ; fax : +33 (0)1 42 75 95 07

E-mail : hubert@avignon.inra.fr

3. Inra-Lrde, quartier Grossetti, 20250 Corté, France

■ MATERIEL ET METHODES

Contexte de l'étude

L'étude s'est inscrite dans un projet d'aménagement intégré d'une suberaie du Nord-Est algérien (le massif des Béni Salah) qui couvre 50 p. 100 des 35 000 ha du massif ; le reste est constitué de maquis plus ou moins dégradés et de futaies de chêne zeen sur les versants Nord. Ce massif est représentatif des 500 000 ha de la suberaie algérienne qui constitue la partie la plus arrosée du pays (un peu plus de 600 mm de précipitations annuelles) et héberge une grande fraction du cheptel bovin allaitant de l'Algérie. Ce projet a pris sa place dans une longue histoire dont les événements récents ont marqué l'utilisation de ce territoire : la colonisation (qui lui a conféré son statut officiel d'espace forestier), la guerre d'indépendance (qui l'a vidé de ses habitants, les Beni Salah), l'industrialisation et le développement d'une agriculture marginale (qui ont favorisé son repeuplement par de nouvelles populations d'éleveurs venus du Sud, les Ouled Bechih) et les désordres récents de natures religieuse et politique (qui l'ont à nouveau vidé de toute population et activité économique). Les implications de ces événements sur les conditions d'utilisation du territoire, sur les migrations et sur les termes de l'échange économique ont fortement perturbé les pratiques sylvopastorales conduisant, là comme ailleurs en zone méditerranéenne (18), les plus opportunistes à exploiter la rente écologique du territoire.

Le projet d'aménagement de la suberaie a visé ainsi simultanément à l'aménagement forestier proprement dit et à la protection de la forêt contre l'incendie, à la gestion de la population de cerfs de Barbarie en voie de disparition et à l'intégration des systèmes d'élevage au développement du massif (à la fois pour des raisons économiques et de protection contre les incendies) (3, 4). La première phase de ce projet a permis d'initier des études sur ces différents points dont la plupart étaient mal connus (cartographie et état des forêts, situation des populations de cerfs, fonctionnement et productions des systèmes d'élevage).

Les travaux sur les systèmes d'élevage portent sur les interactions entre les trois espèces de ruminants élevées, en termes d'utilisation du territoire et de dynamique des systèmes de production (14, 15). Ils s'intéressent plus globalement à la recherche d'une intégration durable, à bénéfices réciproques, des activités d'élevage et forestières. Pour cela, les études réalisées s'appuient sur les concepts de système d'élevage (13), de pratiques (12) et de modèle de comportement de l'agriculteur pour l'action (10). Elles visent à décrire et à interpréter les pratiques des éleveurs, reliées à l'élaboration des performances (12). Dans cet article sont principalement présentés les résultats portant sur l'élevage bovin.

La situation et ses dynamiques

Cette dynamique étant décrite par ailleurs (15), seuls les principaux traits sont rappelés ici. Jusqu'au début des années 80, les facteurs essentiels de l'évolution de ces exploitations correspondaient aux ressources du massif (importantes du fait de l'absence de leur utilisation pendant une dizaine d'années, correspondant à l'interdiction de résidence au sein du massif pendant la guerre d'indépendance) et aux capacités de développement de l'effectif du troupeau bovin¹. Mais cette situation s'est transformée, du fait du développement propre des systèmes de production et des évolutions du contexte politique et socio-économique du pays. On peut distinguer deux voies selon la localisation :

– en forêt, l'enclavement, le statut précaire des terrains et l'absence d'équipement limitent le développement à la valorisation des ressources spontanées et à l'augmentation de la taille des troupeaux ; toutefois le niveau des ressources disponibles diminue ou, tout au

moins, les ressources abondantes se situent plus loin des zones habitables (clairières et lisières du massif) ;

– en périphérie, la capitalisation, assurée avant 1980 grâce aux ressources pastorales du massif, s'est confrontée aux limites des structures d'exploitation (terre, travail et capital), de la taille des troupeaux et des types génétiques existants, favorisant l'orientation vers un modèle associant les cultures, l'élevage et l'engraissement.

Cette dernière situation n'est pas sans risques et ces structures restent fragiles et très dépendantes, d'une part, des fluctuations de prix des animaux maigres (puisque'ils sont amenés à en acheter aux éleveurs de forêt) et, d'autre part, des ruptures d'approvisionnement ou des cours élevés des concentrés². Ceux qui ont résisté à ces perturbations sont ceux qui ont conservé un troupeau de petits ruminants (15).

Quoi qu'il en soit de ces évolutions contrastées et de leurs ruptures, le bovin reste l'espèce pilote de ces systèmes d'élevage. C'est sur la production bovine que repose la mise en œuvre de stratégies d'équipement et de construction de bâtiment en dur (permettant l'engraissement ou la création d'un atelier laitier), voire pour des investissements immobiliers en ville. Sauf dans les petits élevages de subsistance, le bovin ne sert pas à assurer les besoins de trésorerie de la famille. Ainsi, en termes de commercialisation, on observe, selon les systèmes, des situations conjoncturelles de vente de mâles souvent âgés et maigres jusqu'à des stratégies d'engraissement visant des marchés particuliers. Les vêlages, regroupés en fin d'hiver, permettent non seulement aux veaux de profiter de la période de fortes disponibilités pastorales au printemps, mais également la reconstitution des réserves et le retour en chaleur du maximum de mères. La complémentation est réservée prioritairement aux vaches mères, quelquefois aux brebis mais jamais aux caprins.

Sources d'information

Trois sources d'information ont été utilisées dans l'étude relative à l'élevage des bovins :

- une enquête semi-directive (réalisée en 1989) sur la structure, le fonctionnement et les caractéristiques des systèmes d'élevage d'un échantillon de 67 exploitations jugées représentatives de différentes situations dans le massif ou à sa périphérie, la plupart concernées par les trois espèces de ruminants ; l'objectif a été de caractériser la diversité des systèmes de production et de l'organiser à partir de quelques types ;
- un suivi mensuel (1990-1992) de la reproduction, des variations d'effectif (naissances, morts, ventes et achats d'animaux), des choix d'orientation productive (vente précoce ou tardive, mise à l'engraissement, etc.) et des calendriers de pâturage des troupeaux d'un sous-échantillon de 12 exploitations stratifié parmi ces types ; le format – au sens de Vissac (22) – de chaque vache a également été noté (6) ;
- une mesure de croissance des jeunes et d'état corporel des mères – à l'aide de la grille d'appréciation par maniements corporels proposée par Agabriel et coll. (1) – à des périodes clés du cycle annuel (début de la complémentation en automne, fin de la période des mises bas et période de pic des saillies).

¹ Rares sont les éleveurs qui ont commencé l'élevage avec leur propre capital. La majorité d'entre eux a démarré avec une ou deux vaches en « confiage » appartenant à des parents résidant en ville. Petit à petit ces troupeaux se sont accrus profitant du capital pastoral disponible et d'un bon rapport de prix pour les produits carnes.

² Ils ont bénéficié à l'origine de prix des concentrés relativement bas, du fait d'une politique de subvention de ces aliments en raison de leur rôle stratégique pour le développement de l'élevage laitier et avicole.

■ RESULTATS

Typologie des exploitations

La première enquête a permis de distinguer six types d'élevage à partir d'une analyse factorielle des correspondances prenant en compte les quatre premiers facteurs de l'analyse qui expliquent 38 p. 100 de l'inertie.

Elevages pastoraux de plaine ou en lisière de la forêt

Les trois espèces de ruminants (moins de 10 vaches et 20 à 40 mères de petits ruminants) étaient présentes dans ces élevages. Il n'y avait ni équipement, ni bâtiment en dur et la main d'œuvre y était faible. Les animaux étaient gardés sur les terres de l'exploitation (moins de 10 ha). Ils utilisaient des pâturages au printemps, les chaumes en été et vivaient des ressources de la forêt, de foin et d'aliments complémentaires (bovins) le reste du temps. La commercialisation était largement dépendante des besoins de trésorerie.

Elevages pastoraux de forêt

Ces élevages étaient caractérisés par l'absence d'équipement, de bâtiments en dur et par les trois espèces de ruminants (10 à 20 vaches et 40 à 60 brebis et chèvres) qui pâturaient l'espace collectif boisé et de petites surfaces de clairières. Celles-ci étaient louées à l'administration forestière et servaient d'appoint fourrager aux ovins et aux bovins en période de disette (automne-hiver). La commercialisation des produits était diversifiée : si la vente des chevreaux était principalement vouée à la trésorerie de la famille, d'autres ventes d'animaux étaient destinées à permettre l'achat de stocks fourragers.

Elevages soutenus de plaine

Situés en lisière de la forêt, ces élevages (10 à 20 vaches et plus de 60 brebis) pratiquaient également d'autres activités agricoles et non agricoles. Ils disposaient, outre une forte disponibilité en main d'œuvre (2 à 3 UTH¹ permanents), de surfaces cultivées importantes (15 à 50 ha) – pour partie en propriété, pour partie louées – ainsi qu'un bâtiment construit servant notamment à l'engraissement des taurillons. Ces unités se suffisaient à elles-mêmes pour les fourrages et partiellement les grains : les animaux pâturaient en forêt et étaient complétés l'automne et l'hiver ; ils utilisaient les jachères au printemps et les chaumes de céréales en été. Une politique de renouvellement des femelles et de commercialisation des taurillons à deux ans, après trois à quatre mois d'engraissement, s'est clairement manifestée ici.

Elevages soutenus de forêt

Ces élevages, mobilisant aussi une forte main d'œuvre (2 à 3 UTH), exploitaient des terres de pâturage (5 à 15 ha) louées à l'administration forestière et achetaient du grain, mais ils n'avaient ni équipement, ni bâtiment en dur. Ces ressources étaient utilisées pour compléter, à l'automne et en hiver des troupeaux ovins et bovins relativement importants (respectivement 40 à 60 et 20 à 30 femelles). Ils pâturaient le reste du temps les surfaces boisées. En plus du saisonnement des mises bas (hiver), une stratégie évolutionniste, équivalente à la précédente, a commencé à se mettre en place : politique de renouvellement, engraissement partiel des taurillons vendus selon des stratégies définies, la commercialisation des ovins répondant plutôt à l'équilibre de la trésorerie.

Elevages de subsistance

Situés en forêt et en périphérie avec une faible disponibilité en main d'œuvre, ces élevages étaient caractérisés par une absence d'équipement et de terres (utilisation des terres collectives et des

chaumes). Ils comportaient moins de cinq vaches ou quelques petits ruminants (moins de 30 mères) et dépendaient largement des aliments achetés. Leur stratégie de vente était très liée aux besoins de trésorerie.

Gros élevages pastoraux

Il s'agissait d'élevages de bovins (30 à 40 mères) et de caprins (40 à 70 chèvres) où, en dehors du pâturage permanent en forêt, les bovins étaient complétés avec du foin de prairie naturelle (5-10 ha) produit sur l'exploitation. Dans cette conduite autonome et extensive, les jeunes animaux étaient vendus à la fin du printemps et en été, dès que leur état corporel le permettait.

A ces six types d'élevage, il fallait ajouter des unités de polyculture spécialisées dans l'engraissement de taurillons âgés (18 à 24 mois), situées en plaine, qui complétaient les ressources alimentaires de la culture de céréales et de fourrages, voire des résidus de maraîchage, par l'achat de concentrés. Pour les suivis de performances des troupeaux bovins, les auteurs se sont limités aux quatre premiers types décrits, qui dans la forêt et sa lisière, ont constitué les seules formes d'organisations ayant montré une certaine viabilité (15).

Performances des troupeaux bovins

Fécondité des troupeaux et croissance des veaux

Les informations sur les animaux ont été rapportées à la période de vêlage qui a été située, pour une année donnée (1990, 1991 et 1992), du premier octobre de l'année précédente au premier octobre de l'année correspondante. Les vaches n'ayant pas mis bas à cette date ont été considérées comme non gravides cette année-là. Les produits commercialisés, issus de ces vêlages, ont été identifiés à la naissance ; l'âge minimum de vente des plus jeunes maigres a été de 8 mois.

Les naissances ont été saisonnées et sont intervenues de janvier à mai dans 90 p. 100 des cas, quels qu'aient été les systèmes d'élevage (figure 1), tant pour les primipares que pour les multipares, avec de légers décalages moyens entre années. Les vêlages hors saison (10 p. 100) ont eu lieu dans les systèmes d'élevage dont le soutien alimentaire a autorisé le retour des chaleurs en fin d'été et en automne, ce qui correspond aux résultats observés en Corse (5).

D'après les résultats du tableau I, le taux de mises bas moyen, tous élevages confondus, a été de 56 p. 100 (femelles âgées de deux ans et plus). Ce taux est passé à 65 p. 100 pour les femelles multipares (quatre ans et plus).

Ces résultats, conformes à ceux signalés au Mexique (7), ont été très supérieurs à ceux rapportés par Landais (11) et Lhoste (13)

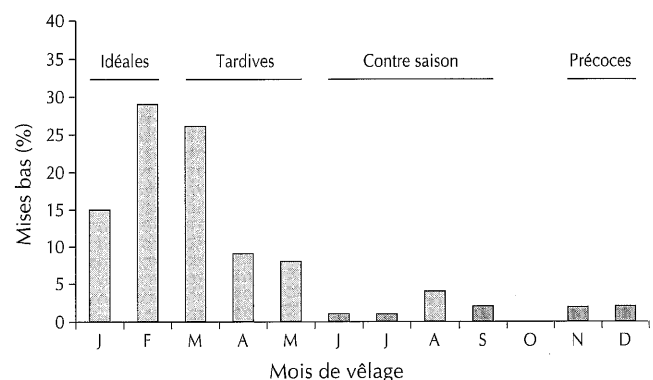


Figure 1 : étalement des mises bas.

¹ Unités de travail humain

Tableau I

Taux de mises bas des femelles de plus de deux ans

| Type d'élevage | 1990 (%) | 1991 (%) | 1992 (%) | Moyenne (%) |
|--------------------|----------|----------|----------|-------------|
| Soutenu de plaine | 84 | 45 | 60 | 62 |
| Soutenu de forêt | 57 | 53 | 56 | 55 |
| Pastoral de forêt | 58 | 68 | 41 | 56 |
| Pastoral de plaine | 47 | 40 | 33 | 40 |
| Moyenne | 62 | 52 | 53 | 56 |

dans les zones sahélo-soudaniennes africaines (0,40) ou par Tourand (20) dans la région du delta du fleuve Sénégal (0,33), qui se rapprochent de ceux des élevages pastoraux de plaine. Les variations observées ici, entre années et systèmes d'élevage, se sont situées dans la fourchette des résultats de ces auteurs. C'est pour les élevages soutenus de forêt qu'elles ont été les moins fluctuantes. Malgré une moyenne équivalente sur la période observée, les élevages pastoraux de forêt ont montré d'importants écarts, probablement en liaison avec les fluctuations de la ressource fourragère. En revanche en plaine, le système soutenu et le système pastoral ont montré une différence considérable de taux moyens des mises bas. Les fluctuations observées sur les troupeaux des élevages soutenus de plaine ont été plus étonnantes et pourraient traduire les risques pris en faisant appel à des races améliorées ou en délaissant le troupeau allaitant au profit d'un deuxième troupeau réservé à la traite. La productivité numérique globale a été de 53 p. 100 en moyenne, le taux de mortalité signalé a été faible (2,7 p. 100).

Les veaux ont atteint un poids moyen de 140 kg à un an ; la croissance moyenne correspondante a été inférieure à 300 g par jour. Elle a évolué, pour les mâles, de 572 g jusqu'à six semaines à 250 g au-delà, mais l'écart-type a été élevé, une fois passée la période printanière : 150 g de six mois à un an. Ceci a suggéré une influence de la complémentation. Elle s'est fortement manifestée pour les mâles des élevages soutenus (de plaine ou de forêt), souvent croisés laitiers, dont la croissance a débuté à 720 g/j pour tomber à 230 g/j jusqu'à six mois et remonter à 370 g/j en automne

et en hiver. Les mâles des élevages pastoraux stricts (de race locale dominante) ont débuté au contraire à 350 g/jour, puis se sont maintenus jusqu'à six mois à 288 g/j, mais ils se sont effondrés par la suite en l'absence de complémentation (93 g/j de six mois à un an). Ces écarts énormes ont donc cumulé des différences de conduite et de types génétiques.

Analyse longitudinale des profils reproductifs des femelles

Au vu de l'importance et de la variabilité des écarts du rythme annuel de reproduction des femelles, les auteurs se sont intéressés à la prise en considération de tranches continues de carrières reproductives individuelles. C'est ce qui a été fait de 1986 à 1992 en complétant les informations du suivi par celles rapportées de mémoire par les éleveurs avant 1990. Ont été éliminées de cette étude les vaches vendues pour des raisons affichées d'infertilité ou de troubles graves : cette proportion a été curieusement faible (2,2 p. 100). Ceci traduirait le fait que, dans ces situations, n'ont été interprétées comme échecs de reproduction que les femelles ayant subi plus de deux cycles annuels improductifs successifs. L'infertilité momentanée (inférieure à deux années successives) était donc vécue comme une régulation normale, alors que si elle durait plus longtemps elle devenait anormale. Cinq profils de mises bas ont été ainsi identifiés sur des périodes de cinq années continues (tableau II).

Près de la moitié des vaches n'ont mis bas qu'une année sur deux ou moins. La figure 2 traduit clairement une évolution croissante des dysfonctionnements depuis le système soutenu de plaine, où il n'a pas été observé de manques sur deux années consécutives, jusqu'aux deux systèmes forestiers, puis au système pastoral de plaine, où le standard tempéré de vêlage annuel quasiment régulier a été absent. Les quatre situations ont été représentées dans les deux systèmes d'élevage en forêt sans que les échantillons (25 à 30 vaches par système) n'aient permis de mieux les différencier. On peut relier globalement ces observations aux écarts concernant les disponibilités de ressources pâturées, de compléments distribués et de risques pris dans l'introduction d'animaux de format plus élevé selon les systèmes d'élevage.

A cet égard, Casabianca et Piccinelli (6) suggèrent que l'état du « système vache mère » au moment de la fécondation potentielle détermine un décalage plus ou moins accentué de la période de mise bas suivante. Ce décalage peut conduire, dans les cas extrêmes observés en Corse, à sauter un cycle annuel après

Tableau II

Profils de mise bas identifiés dans les élevages suivis

| N° | Désignation | Occurrence des mises bas par année | | | | | Fréquence (%) |
|----|--|------------------------------------|---|---|---|---|---------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 1 | Vêlages 3 années successives au moins | + | + | + | | | 40 |
| | | + | + | + | + | + | |
| 2 | Vêlages 2 années successives Jamais 2 manques successifs | + | + | | + | + | 16 |
| | | | + | + | | + | |
| 3 | Vêlages 1 année sur 2 | + | | + | | + | 30 |
| 4 | Vêlages 2 années successives suivies de 2 années de repos | + | + | | | + | 4 |
| | | + | | | + | + | |
| 5 | Vêlages 1 année sur 3 au plus | + | | | + | | 10 |
| | | | + | | | + | |

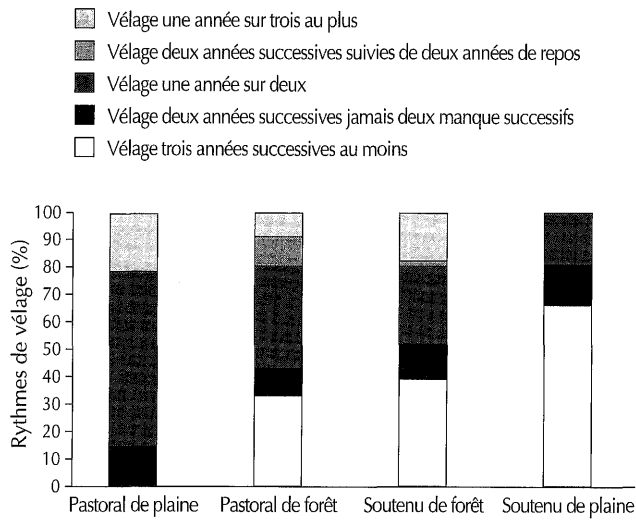


Figure 2 : rythmes de vêlages dans les quatre types d'élevage.

un vêlage tardif. Les auteurs ont essayé, en s'appuyant sur cette hypothèse, d'étudier la reproduction des vaches sur deux années successives. Cette façon de faire, qui ne prend pas en compte la mémoire de l'ensemble de la carrière des vaches mais mobilise les dépendances entre deux années successives, constitue une première approche de la question. Pour cette analyse, les deux types de systèmes pastoraux ont été regroupés. Le tableau III indique, pour chacun des trois types d'élevage, d'une part, les résultats connus de l'année n (effectifs, taux de vêlages et mois moyen de vêlage) et, d'autre part, les résultats correspondants des vêlages de l'année n + 1 pour chacun des deux lots de vaches issues de l'année n selon qu'elles étaient parturientes ou au repos.

Il est apparu, dans les trois cas, que les taux de vêlages de l'année n ont globalement été maintenus l'année n + 1, le repos des femelles l'année n ayant pratiquement compensé, l'année n + 1, le déficit de reproduction des vaches gravides l'année n. En ce qui concernait la répartition mensuelle des vêlages, le type soutenu de plaine a autorisé, d'abord, un étalement saisonnier sensiblement supérieur à celui des deux autres dont les vêlages ont été systématiquement concentrés sur le premier trimestre de l'année. Mais, dans tous les cas, les décalages de dates de vêlages ont été faibles à l'intérieur des types, même lorsque la saison a été plus étalée. Il est même apparu, surtout pour les femelles ayant mis bas deux années consécutives, une tendance au recyclage des vêlages en période favorable. Dans ce contexte, les régulations du système vache

mère se sont donc plutôt traduites par des sauts de cycle annuel. Il est possible qu'il en soit autrement dans des situations moins drastiques où les phénomènes de stress ne correspondent pas aux mêmes amplitudes. En Corse, par exemple, cette situation ne se rencontre que dans les cas extrêmes, alors qu'ici ce phénomène a semblé se produire régulièrement.

Age à la première mise bas

En ce qui concernait le démarrage de la période productive, le premier vêlage est survenu entre deux et cinq ans, mais des différences importantes sont apparues entre systèmes d'élevage (figure 3), comme cela a été observé dans la région du delta du fleuve Sénégal (20). Dans les troupeaux soutenus de plaine, plus de la moitié des primipares ont mis bas dans la deuxième année et seulement 20 p. 100 sont restées improductives jusqu'à quatre ans, ce qui témoignait de l'attention accordée à l'élevage des génisses. En revanche, dans les systèmes pastoraux ou dans les exploitations de forêt pratiquant le soutien à la production, 70 à 80 p. 100 des vaches ont démarré leur carrière productive à partir de quatre ans. Ceci est cohérent avec le fait que, dans ces systèmes en équilibre financier précaire, les génisses étaient exclues de la complémentarité en automne et en hiver, même quand celle-ci était assurée aux vaches. Les besoins de croissance des génisses ont été mal assurés, sauf en élevage soutenu de plaine, les formats adultes en ont été probablement influencés et le retard pris dans le démarrage de la reproduction a constitué une conséquence de ce déficit.

Relations entre format, rythme d'élevage et état corporel

Les types génétiques bovins et la stratégie de renouvellement des femelles sont marqués par les influences coloniales et intensificatrices passées. Ils résultent de la succession (sur la petite Brune de l'Atlas et sa branche locale la Guelmoise) de croisements avec des taureaux de races laitières et rustiques de format moyen (Tarine par exemple) jusqu'aux laitières de grand format, dont la Holstein constitue l'emblème le plus récent, aux Charolais et aux zébus. La diversité génétique des femelles résultant de ces métissages n'a pas été identifiable au plan de l'origine raciale. C'est pourquoi les auteurs ont préféré employer l'expression de format qui exprime la taille et la conformation de ces animaux issus du croisement de plusieurs types génétiques (22). Ces formats, correspondant à des poids ayant varié de 150 à 400 kg, dans ces conditions, ont constitué ainsi l'indicateur le plus significatif et pratique pour caractériser les vaches par grandes catégories (tableau IV).

Les variations d'état corporel n'ont pas été analysées pour les systèmes pastoraux de plaine ; la faiblesse de l'échantillon jointe aux conditions très extensives d'élevage situaient en effet une telle

Tableau III

Performances reproductives des vaches deux années consécutives

| Type d'élevage | Effectif | Année n | | | Année n + 1 | | | | | | | |
|----------------------------|----------|-----------------|-----------------------|------------------|-----------------|-----------------------|---------------------------------|------|------|---------------------------------------|------|------|
| | | Nom. de vêlages | Taux de fécondité (%) | Mois de mise bas | Nom. de vêlages | Taux de fécondité (%) | Dont vache ayant vêlé l'année n | | | Dont vache n'ayant pas vêlé l'année n | | |
| | | | | | | | Nom. | Taux | Mois | Nom. | Taux | Mois |
| Soutenu de plaine | 60 | 42 | 70 | 4,0 | 40 | 68 | 24 | 57 | 3,4 | 16 | 89 | 3,0 |
| Soutenu de forêt | 152 | 82 | 54 | 2,6 | 83 | 54 | 41 | 50 | 2,4 | 42 | 60 | 2,8 |
| Pastoral (plaine et forêt) | 91 | 50 | 55 | 3,2 | 50 | 55 | 16 | 32 | 2,0 | 34 | 83 | 3,3 |

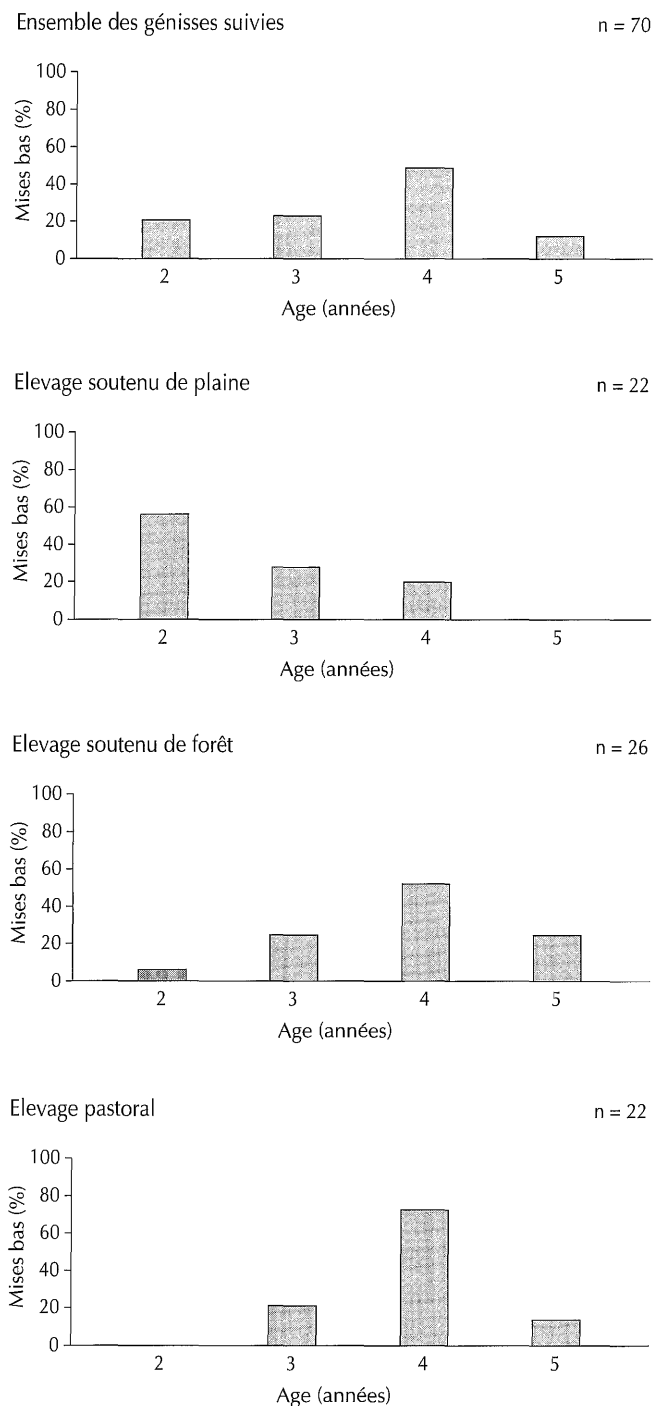


Figure 3 : répartition des âges à la première mise bas.

Tableau IV

Grille de classement du format des vaches et de leur équivalent pondéral

| Format | Poids vif estimé (kg) |
|---------------|-----------------------|
| Petit | < 200 |
| Petit à moyen | 200 à 250 |
| Moyen | 250 à 300 |
| Moyen à grand | 300 à 350 |
| Grand | > 350 |

analyse hors de propos. Les notes moyennes d'état corporel utilisées ont correspondu aux trois époques suivantes : mai 90 et mai 91 (pics de saillie) encadrant octobre 90 (début des complémentations éventuelles). Elles ont permis de mesurer l'état à la saillie, les variations d'état (mobilisation et restauration des réserves corporelles) et le retour à l'équilibre d'une année à l'autre au moment de la période sensible de reproduction des femelles (tableau V).

Si les variations moyennes ont été faibles, les différences ont été importantes entre les systèmes. Ces résultats ont fait apparaître, en premier lieu, la diminution de l'état corporel, entre le pic de saillies et le début de la complémentation, des femelles vides aussi bien qu'en lactation, dans les systèmes soutenus aussi bien que dans le système pastoral de forêt. En deuxième lieu, ils ont montré l'ampleur supérieure du processus de mobilisation-restauration des réserves corporelles chez les femelles en lactation des systèmes soutenus par rapport à celles qui ne l'étaient pas et par rapport à l'ensemble des femelles des systèmes pastoraux. En dernier lieu, ils ont indiqué une absence de récupération de l'équilibre initial à l'échéance du cycle annuel (au moins dans les conditions du mauvais automne 1990, voir plus loin).

Ces résultats ont été cohérents avec ceux relatifs aux performances de reproduction dans ces différents systèmes. Ils ont attesté de l'intérêt d'utiliser le paramètre dynamique de l'état corporel comme indicateur du pilotage de la reproduction des femelles, même sur de petits effectifs (15 à 25 femelles issues de plusieurs troupeaux de systèmes identiques). Néanmoins, les variations résiduelles d'états observées (écarts-type de 0,20 à 0,60) nécessitaient une analyse plus poussée des différences individuelles, en liaison notamment avec le format.

La variabilité est restée importante en forêt où, pourtant, les types génétiques locaux ont dominé, mais elle a différencié (figure 2) les systèmes pastoraux, où les reproductrices ont été moins soignées, et les systèmes soutenus. De plus, à l'intérieur de ces deux types, le rythme de reproduction a baissé fortement dès que le format a augmenté (figure 4). Pour cette comparaison, ont été éliminés les formats extrêmes des systèmes pastoraux dont l'effectif d'animaux inférieur à 12 p. 100 correspondait à moins de 10 animaux.

Le rôle du croisement et l'absence de complémentation se sont conjugués à des degrés divers pour expliquer ces différences. Ceci a été cohérent avec les résultats expérimentaux cités dans la littérature sur la conduite de troupeaux de femelles croisées de première génération, saillies par des taureaux de race non améliorée, ou de troupeaux des femelles n'ayant pas repris un certain état (8, 16, 23, 24), mais, dans les conditions du terrain, les observations ont résulté également de l'effet des pratiques des éleveurs. Pour en rendre compte, la figure 5 représente la répartition des formats des femelles de chaque troupeau avec les pratiques de croisement et les quantités de concentré distribuées pour chacun des troupeaux suivis dans les quatre systèmes d'élevage (soutenus et pastoraux, de plaine et de forêt). Les élevages pastoraux (exploitations 4, 7 et 8) n'ont comporté que des femelles de format réduit à moyen recevant, par tête, 100 à 300 kg de concentré sur l'année. La répartition des formats a été très étalée, avec une dominante vers les formats moyens, pour les élevages soutenus de forêt (exploitations 1, 6 et 5), sans relation directe avec les niveaux de distribution de concentré qui ont varié de 500 kg, pour l'élevage ayant le plus d'animaux de format moyen à grand, à plus d'une tonne par vache et par an, pour celui qui a conservé un tiers de vaches à petit format et qui a réalisé de meilleures performances de reproduction. Les élevages soutenus de plaine (exploitations 3, 9 et 11) ont été, en revanche, dominés par des femelles de grand format, issues de croisement laitier (Tarin, Montbéliard ou Holstein) ou par des vaches de ces races achetées, voire élevées en génisses dans les élevages d'origine. Dans tous les cas,

Tableau V

Moyennes et variations des notes d'état corporel par type de système d'élevage

| Système d'élevage | Valeurs moyennes (effectifs) | | | | | |
|-------------------|------------------------------|--------------|--------------|------------------|--------------|--------------|
| | En lactation | | | Pas en lactation | | |
| | Mai 94 | Oct. 94 | Mai 95 | Mai 94 | Oct. 94 | Mai 95 |
| Soutenu de plaine | 2,90 (25) | 2,61 (26) | 2,78 (21) | 2,95 (12) | 2,82 (12) | 2,93 (15) |
| Soutenu de forêt | 2,10 (27) | 1,79 (29) | 2,08 (18) | 2,35 (14) | 2,19 (15) | 2,29 (19) |
| Pastoral de forêt | 2,04 (24) | 1,89 (23) | 1,98 (19) | 2,32 (15) | 2,16 (14) | 2,18 (16) |

| Système d'élevage | Ecart entre notes successives | | | |
|-------------------|-------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| | En lactation | | Pas en lactation | |
| | Mai 90 à oct. 90 | Oct. 90 à mai 91 | Mai 90 à oct. 90 | Oct. 90 à mai 91 |
| Soutenu de plaine | - 0,29 | + 0,17 | - 0,13 | + 0,11 |
| Soutenu de forêt | - 0,31 | + 0,29 | - 0,16 | + 0,10 |
| Pastoral de forêt | - 0,15 | + 0,09 | - 0,16 | + 0,02 |

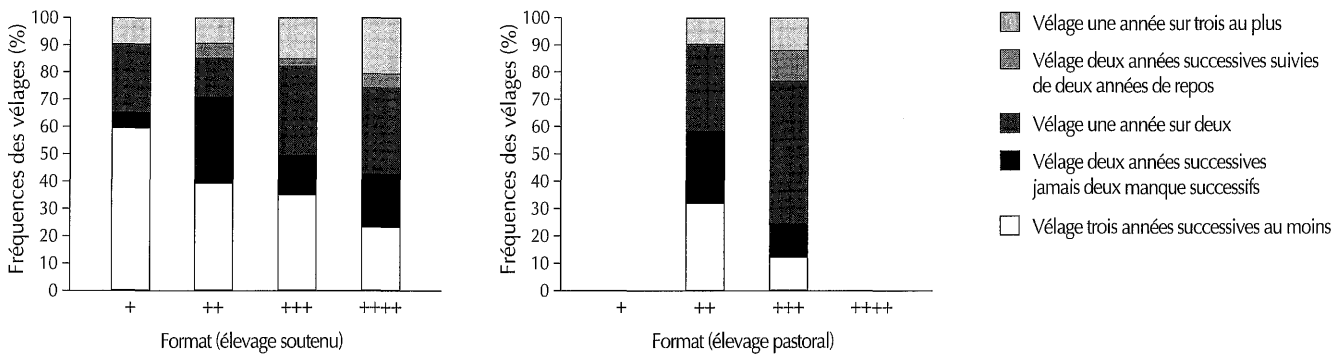


Figure 4 : relation entre format et rythme de vêlages dans les élevages de forêt.

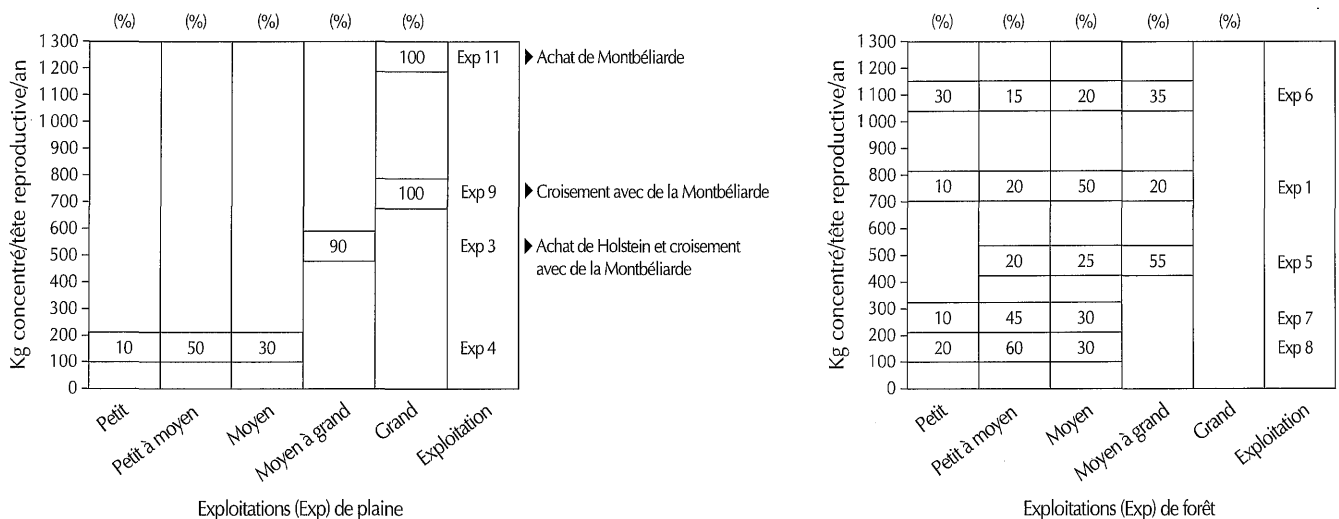


Figure 5 : relation entre le format du troupeau (%) et le niveau de complémentation.

la complémentation a été supérieure, mais elle pouvait varier considérablement de 500 à 800 kg, voire 1 300 kg, ce qui correspondait à une marge de variation conséquente en matière de stimulation nutritionnelle de la reproduction des femelles.

Utilisation des ressources alimentaires

Afin d'analyser les modes d'utilisation des ressources fourragères spontanées du massif selon une méthode qui permettait également de raisonner l'équilibrage des ressources et des besoins des animaux, les auteurs se sont inspirés du concept de « saison-

pratique », tel qu'il a été défini par Bellon et coll. (2), en référence à la notion de « fonction », préalablement caractérisée par Guérin et Bellon (9). La conduite des troupeaux peut être ainsi référée à quatre grandes saisons-pratiques, qui correspondent à des phases identifiées au cours du déroulement saisonnier, et à leurs relations tant au cours de la campagne annuelle qu'avec les campagnes précédente et suivante. On peut en outre distinguer deux périodes délicates à la soudure été-automne et au début du printemps.

Le tableau VI présente – pour ces six périodes et de manière synthétique – les pratiques et les objectifs d'ajustements alimentaires

Tableaux VI

Ajustements effectués dans la conduite alimentaire

| Fonction alimentaire | Caractéristiques des ressources | Elevages pastoraux | Elevages soutenus de forêt | Elevages soutenus de plaine |
|--|---|--|--|---|
| Soudure été-automne : Entretien des mères en lactation | Pas de ressources spontanées assurées | Distribution au mieux de 50 % des besoins aux vaches en mauvais état pour leur permettre de survivre en arrière saison | Distribution au mieux de 70 % des besoins aux reproductrices afin de maintenir leur état | Distribution au mieux de 100 % des besoins de tout le troupeau |
| Automne : remise en état des vaches | Repousses aléatoires | Seules les vaches gravides ont été concernées et ont reçu au mieux 30 % des besoins. L'objectif a été d'éviter une mobilisation excessive des réserves corporelles avant l'hiver | Les vaches gravides, en lactation et de gros format ont été soutenues (30 à 100 % des besoins) afin de maintenir leur état | Selon les disponibilités en herbe, les troupeaux ont pu recevoir de 0 à 100 % des besoins |
| Hiver : fin de gravidité | Repousses de l'automne précédent, ligneux, glands | Seules les vaches en fin de gravidité ont reçu 20 à 40 % des besoins. Les autres animaux ont utilisé leurs réserves | L'objectif a été de maintenir l'état des reproducteurs jusqu'au printemps. Animaux sensibles (gravides, en lactation et en mauvais état) : 80 à 120 % des besoins | La totalité des besoins (90 à 120 %) de tout le troupeau est couverte par le foin et le concentré |
| Début de printemps : allaitement des veaux | Ressources aléatoires | 1 à 2 UF pour les vaches en début de lactation | Plus de 70 % des besoins des vaches en début de lactation | Utilisation possible de parcelles d'orge ou de prairies |
| Plein printemps : allaitement des veaux et remise en état (saillie) | Pousse de l'herbe | Au mieux, l'intervention de l'éleveur corrige les effets d'une mobilisation excessive en hiver chez les seuls reproducteurs | L'objectif a été modulable en fonction de l'état des animaux à la sortie de l'hiver et de la qualité du printemps (remise en état pour supporter l'hiver prochain ou saillir le maximum de vaches) | Surfaces fourragères suffisantes pour une maîtrise de la production (saillies) |
| Été : entretien des mères allaitant leurs veaux + croissance des veaux | Ligneux en forêt, chaumes de céréales | Aucune intervention | Distribution des résidus de fauche pour réaliser les saillies d'été. Décision de soutien alimentaire en fonction du déficit en production pastorale | Soutien en concentré dès le début de la dégradation de la qualité des chaumes |

selon les grands types de systèmes d'élevage ; les systèmes pastoraux de plaine et de forêt y ont été regroupés. Les attentes du territoire du massif ont été bien différenciées d'un type de système à l'autre, ce qui n'était pas sans conséquence sur l'implication qu'ils pouvaient avoir dans l'aménagement du massif et l'entretien des espaces forestiers, dans la finalité de la prévention des incendies par un cloisonnement du massif et un meilleur contrôle de la végétation arbustive.

■ Période de soudure entre l'été et l'arrière-saison : entretien des mères en lactation

La constitution des stocks de foin est une garantie essentielle des éleveurs vis-à-vis des incertitudes climatiques de l'automne et de celles de l'approvisionnement en concentré (prix et disponibilités). En fait, le niveau des pluies d'automne permet d'avoir une idée sur l'offre pastorale prévisible et de guider la stratégie de mobilisation des stocks compte tenu de l'état des animaux à cette date. En 1990, après une période de printemps-été déficitaire en ressources pastorales, les niveaux de soutien en foin et en grains pendant la soudure ont été très différents d'un système à l'autre. Ils ont été réduits en 1991, après un printemps-été plus favorable, permettant un meilleur état des animaux.

■ Période automne-hiver : reconstitution des réserves et fin de gestation

Les deux campagnes 1990 et 1991 ont présenté un contraste exemplaire. La première a bénéficié de fortes pluies à l'automne 1989 permettant, à la différence de la seconde marquée par un déficit végétatif à l'automne 1990, un report hivernal de « stocks sur pied », alors que les ligneux, déjà utilisés depuis l'été, ont offert quelques ressources qui se sont dégradées progressivement en quantité et en qualité jusqu'au printemps suivant. En situation favorable, les élevages pastoraux ont fourni aux vaches, à l'automne, un complément de foin correspondant à 10-30 p. 100 des besoins alimentaires. Dans les élevages soutenus de forêt, l'apport complémentaire a été à la fois plus élevé (de 30 à 95 p. 100) et de nature variable (foin ou concentré) selon la qualité et la disponibilité des ressources pastorales, des stocks et de la trésorerie. Avec l'avancement de la saison automnale, le soutien alimentaire a été modulé par la qualité de la repousse et de la glandée. L'arrivée de l'hiver a correspondu à la phase de besoin maximal de fin de gestation et de début de lactation des premières mères allaitantes. En élevage pastoral, le soutien alimentaire a été réservé aux animaux les plus sensibles dans les deux premiers mois de lactation. Dans les autres systèmes d'élevage, le soutien complémentaire a varié autour du niveau des besoins globaux dès que les ressources fourragères se sont dégradées en quantité et en qualité (stratégie dite préventive par les éleveurs).

En situation défavorable, l'absence ou le retard des pluies interdisant le développement végétatif automnal, les éleveurs considéraient que l'hiver débutait dès le mois d'octobre. Mis à part l'émondage des branches de chêne zeen, les glands en forêt et les rameaux d'olivier en lisière, l'alimentation animale dépendait totalement de la complémentation. Les éleveurs productivistes de plaine, souvent confortés par leur appartenance à des coopératives, pouvaient compléter facilement leur stock de foin par des concentrés que les éleveurs de forêt n'obtenaient, en revanche, qu'à des prix souvent exorbitants sur le marché parallèle. Ces derniers réservaient alors la complémentation aux vaches et aux veaux de l'année, et les génisses et les taurillons recevaient une stricte ration de survie. Ils étaient souvent conduits, à cette occasion, à décharger leurs animaux maigres vers des ateliers d'engraissement dans des conditions de prix très défavorables.

■ Ajustements de printemps : assurer l'allaitement des veaux et la saillie

Les deux campagnes ont été très contrastées : le printemps 1990 a été précoce, mais court (début mars à fin mai), alors qu'en 1991 il s'est traduit par un début de pousse d'herbe en mars, suivi d'une explosion végétative qui s'est prolongée d'avril en juillet. Ces différences et les pratiques correctives qui leur ont été associées ont eu des conséquences importantes sur la reconstitution des réserves et la limitation de la durée de l'ancestrus post-partum. Le pâturage des repousses herbacées a été complété dans certains élevages de plaine par celui des parcelles de jachère, voire d'orge en vert en cas de besoin, ainsi que par une complémentation en concentrés. Le territoire agricole a alors été utilisé en début de saison ainsi qu'après la moisson. Ces pratiques ont reposé sur un allotement du troupeau distinguant les animaux selon leur degré de sensibilité, afin de leur affecter les ressources les plus appropriées à leurs besoins estimés.

Dans les élevages soutenus de forêt, ces pratiques ont été limitées par les contraintes collectives qui ont pesé sur l'utilisation des surfaces fourragères : les animaux à plus forts besoins ont été maintenus dans des clairières collectives ou des prairies de fauche individuelles où ils ont été complétés en concentré. Les autres animaux ont utilisé des ressources de moindre qualité qu'ils ont eu à rechercher sur des surfaces étendues. Ces stratégies ont donc mis en jeu des anticipations fondées sur l'état des animaux et sur le devenir de l'utilisation des ressources des prairies aux périodes ultérieures (pâturage ou fauche pour stockage). Les élevages pastoraux n'ont pas disposé d'une telle gamme de ressources potentielles ni des moyens financiers d'accès aux aliments distribués, leur capacité d'adaptation a été beaucoup plus limitée et ils ont été beaucoup plus dépendants des conditions météorologiques de l'année, ce qui s'est constaté dans leurs résultats techniques.

■ Ajustements en été : maintenir la croissance des veaux

La prolongation de la pousse printanière en 1991 a permis, pour l'ensemble des élevages, de réduire la période estivale et de reporter sur l'arrière-saison le stock de ligneux fourragers de l'année. Les troupeaux ont utilisé de l'herbe sèche jusqu'à la fin de l'été, ce qu'ils n'avaient pas pu faire en 1990. La stratégie développée dans cette période a été très liée en forêt à la succession de la pousse et de l'utilisation des stocks d'herbe sur pied puis des ligneux fourragers, les animaux ayant utilisé diversement ces ressources dans la journée selon l'intensité de l'ensoleillement. Cela a donné une certaine souplesse aux élevages soutenus de forêt et a expliqué le relatif allongement de leur période reproductive. Tel n'a pas été le cas des élevages de plaine dont la disponibilité et la maîtrise des espaces fourragers ont eu comme conséquences des vèlages et des fécondations plus précoces, moins dépendantes des disponibilités pastorales.

■ DISCUSSION

Des systèmes d'élevage différenciés et évolutifs

La maîtrise technique de l'élevage bovin dans ces systèmes sylvo-pastoraux suppose de prendre en compte une série de régulations conjointes. Elles s'expriment au cours de l'année et des générations animales et humaines et elles opposent souvent, dans les décisions, l'intérêt immédiat et le long terme (22). L'arbitrage des éleveurs est d'autant plus difficile que leurs marges de manœuvre sont réduites et que les pressions de l'environnement socio-économique peuvent être incitatives mais éphémères et risquées. On peut intégrer ainsi les régulations mises en œuvre de différentes manières.

Il y a celles qui correspondent aux régulations biologiques entre les fonctions de la femelle (lactation, croissance, gravidité et reproduction). Elles se manifestent au cours du cycle annuel et déterminent, en région méditerranéenne (5), la capacité des femelles à restaurer leurs réserves après la mise bas d'hiver grâce à la pousse d'herbe printanière (17). Mais le type génétique est aussi important pour déterminer la façon dont la femelle arbitre entre ses différentes fonctions en situation de sous-nutrition. Elle met en jeu des équilibres qui se manifestent, eux, au cours de la carrière de la femelle. Vallerand (21) l'a montré au Cameroun sur les ovins Djallonké de petite taille : de petites différences génétiques (1/8^e de sang de race européenne de format moyen) se traduisent sur les femelles croisées par des réductions fortes de longévité¹.

Il y a celles mises en œuvre pour faire jouer aux espèces animales un rôle conforme à leurs caractéristiques biologiques pour valoriser les ressources fourragères et la trésorerie ; si le bovin reste l'espèce privilégiée pour un objectif à long terme, les ovins et les caprins jouent un rôle essentiel dans les situations les plus précaires pour assurer le maintien et le décollage du système d'élevage dans son ensemble et de sa fraction bovine en particulier. Dans certains systèmes, les ovins sont orientés vers un second atelier productif complémentaire d'un troupeau bovin de format moyen (15).

Enfin, il y a celles qu'imposent les contraintes du système d'élevage en matière de main d'œuvre, d'accès aux ressources des territoires ainsi que de trésorerie. Il est alors possible de reconsidérer la première typologie alliant des éléments fonctionnels et structurels pour établir de nouvelles catégories, plus pertinentes en termes de systèmes de production et plus opératoires pour rendre compte des dynamiques passées et des trajectoires en cours, permettant ainsi de distinguer les systèmes suivants :

- les élevages pastoraux, de plaine ou de forêt, qui n'ont pas accusé de transformations importantes et sont encore à un stade de précapitalisation, dont le cheptel est la ressource individuelle principale ;
- les élevages soutenus de forêt qui sont en montée productive disposant d'accès à des ressources alimentaires assurées leur permettant de soutenir la production ;
- les élevages soutenus de plaine qui sont dans une dynamique productiviste imitant des logiques d'intensification agricole qui les orientent vers un contrôle de la productivité individuelle des animaux.

Les principales caractéristiques de ces trois types de systèmes sont présentées dans le tableau VII.

Cette étude montre la possibilité de représenter le fonctionnement des systèmes d'élevage et d'en déduire des éléments de maîtrise adaptés à la diversité des situations. Le suivi de la dynamique de l'état corporel constitue, en particulier, un indicateur de pilotage d'autant plus utile qu'il rejoint la culture des éleveurs dans l'appréciation de leurs animaux et qu'il est mobilisé ici en tenant compte de leurs logiques d'élevage. Les auteurs n'ont malheureusement pas pu l'utiliser en situant les séquences de carrière des femelles étudiées sur l'ensemble de leur cycle vital et en identifiant la phase juvénile (génisses et premier vêlage) dans la séquence. On sait, en effet, que c'est au cours de cette phase que la compétition entre les fonctions physiologiques est la plus vive dans l'arbitrage de l'utilisation métabolique des aliments consommés, que réalisent les femelles selon leur aptitude génétique (21). Les retards de puberté et la diversité des modes relatifs de conduite des génisses et des vaches selon les systèmes d'élevage incitent à poursuivre un tel travail dans ce sens.

Ces données illustrent les différences de conception d'un système à l'autre et, en particulier, la difficile tension à laquelle sont soumis les élevages ayant augmenté le format des vaches mères, plus

sensibles aux aléas des ressources spontanées et donc plus dépendantes de l'apport d'aliments concentrés pour réguler leurs variations d'état. Toutefois, comme il n'y a pas de connaissances bien établies pour ajuster cette complémentarité, les pratiques sont très variables et probablement plus liées aux disponibilités monétaires des éleveurs qu'à un raisonnement technique établi. Ainsi, quand les éleveurs peuvent acheter du complément, les niveaux de distribution sont importants, voire très importants. Les moyens financiers proviennent fréquemment de la vente des produits des troupeaux de petits ruminants, principalement les ovins. Certains éleveurs ont ainsi réduit le troupeau bovin à quelques vaches de grand format et augmenté également le format des ovins pour en améliorer la productivité, ce qui leur permet de soutenir, par la vente de plus gros agneaux, une production régulière des vaches de grand format, en engraisant si possible eux-mêmes les veaux de façon à conserver la valeur ajoutée du produit final (15). On arrive ainsi à constater des situations assez paradoxales où des élevages, constitués petit à petit à partir d'une rente pastorale valorisée par des bovins de race locale, se sont ainsi progressivement transformés en élevage bovin allaitant, quasiment hors sol, avec des animaux de grand format, dont la réussite repose sur le maintien d'un élevage de petits ruminants qui sont, eux, encore susceptibles de valoriser les ressources spontanées du massif et de ses alentours !

Méthodologie adaptée en situation

Pour comprendre le sens de cette étude sur la conduite individuelle des troupeaux en situation sylvopastorale, il faut d'abord insister sur le poids des dynamiques lourdes que l'histoire a fait peser sur ces systèmes d'élevage : en premier lieu la dévalorisation de la rente pastorale (constituée au cours de la guerre d'indépendance), remise en cause dans le contexte d'une économie fondée prioritairement sur l'exploitation des ressources minérales. Les limites de ces perspectives sont apparues récemment avec la reconnaissance officielle d'un secteur agricole privé à côté des domaines autogérés qui avaient marqué le développement agricole algérien pendant plus de deux décennies. Ceci confirme la pertinence du choix des éleveurs de ce massif, même si les derniers événements politiques mettent de nouveau en cause la permanence des installations dans la zone. On peut imaginer que ces événements seront suivis d'une relance de l'élevage, dans un contexte économique plus ouvert.

Dans la période où l'étude a été menée, le poids de la dimension collective de l'environnement socio-économique s'est ainsi manifesté au sein de la filière en faveur de techniques d'élevage et de races exogènes qui se sont révélées peu adaptées à de tels contextes. Les effets de ces tendances évolutives ont été accentués en raison de la durée de l'intervalle de génération entre bovins et du rôle de « modèle » qu'ont joué les premiers innovateurs. Les éleveurs n'ont pas pu bénéficier d'une organisation de l'encadrement technico-économique et de la commercialisation qui auraient pu limiter ces inconvénients, pas plus qu'ils n'ont disposé de protection contre les dérégulations en cours des intrants et des produits de leurs systèmes de production. Ils ont dû alors se préoccuper de maîtriser eux-mêmes les aléas de systèmes d'élevage moins extravertis, sans négliger pour autant les dimensions collectives d'une telle maîtrise, qu'il s'agisse de l'utilisation des ressources du territoire, d'un accès économique aux circuits d'approvisionnement comme de commercialisation, et de la pression génétique en faveur d'animaux de plus gros format mais plus exigeants². La

¹ Il traduit cela en image en comparant la courbe de croissance des femelles à la trajectoire de l'obus : les femelles croisées de format amélioré ont un tir vertical mais explosent en plein vol alors que les petites femelles locales au tir tendu horizontal prolongent bien leur carrière.

² C'est ce que le projet d'aménagement intégré aurait pu permettre s'il n'avait pas été remis en cause par les derniers événements politiques en Algérie.

production de connaissances sur une telle situation vise à contribuer à l'élaboration de cadres de références, sans le recours aux seuls paradigmes de l'intensification.

Faute de connaissances établies utilisables pour le conseil dans une telle perspective, les auteurs ont produit une méthode d'analyse des pratiques des éleveurs pour qu'elle puisse être confrontée à leurs résultats techniques. Ils ont fourni des indicateurs qui peuvent être utilisés dans le pilotage des troupeaux et qui sont à la fois référençables expérimentalement et fondés sur des expertises inscrites dans la culture technique des éleveurs (estimations du format et de l'état corporel des vaches). Cela postule à donner un statut aux savoir-faire locaux et à les utiliser dans l'identification des actions de développement ; aussi, la méthodologie produite permet d'améliorer l'efficacité des interventions en ciblant les catégories d'animaux qui les requièrent et les périodes concernées.

L'adaptation des éleveurs aux crises des systèmes d'élevage bovin pose des questions qui se différencient selon les systèmes et la diver-

sité des logiques correspondantes dans le cadre d'une organisation globale de la production et des techniques. Ainsi, d'une première typologie alliant des éléments fonctionnels et surtout structurels issus d'observation, les auteurs ont abouti, par une analyse d'indicateurs zootechniques variés, à de nouvelles catégories plus pertinentes en termes de systèmes de production. Elles sont de ce fait plus opératoires pour rendre compte des dynamiques passées et en cours, et plus adaptées, en définitive, au renouvellement du conseil et de la recherche zootechnique. Ces catégories distinguent des élevages de précapitalisation ne disposant pas assez de cheptel et ne réalisant pas des performances suffisantes pour amorcer le développement de leur élevage, des élevages en montée productive disposant assez d'animaux et de ressources individuellement appropriées et des élevages hors massif forestier qui peuvent développer des logiques d'intensification fondées sur la productivité individuelle.

Ces travaux complètent ceux déjà publiés par Madani et coll. (15) sur la conjonction entre espèces et les régulations particulières qui

Tableau VII

Caractéristiques de fonctionnement des systèmes d'élevage bovin

| Caractéristiques | Elevage en précapitalisation | Elevage en montée productive | Elevage productiviste |
|---|---|---|--|
| Evolution de l'effectif des adultes | Variable selon les projets des éleveurs et les accidents | En diminution pour cause d'investissements | Stable ou en progression |
| Stratégies de commercialisation | | | |
| adultes (femelles de réforme) | En majorité sont morts à l'exploitation | Ont assuré une partie des investissements | Ont assuré une partie des investissements |
| jeunes | Vendus à un âge variable selon les besoins en trésorerie, maigres à des poids estimés à 100-120 kg vif à 18 mois | Vendus entre 10 et 18 mois, maigres et/ou partiellement engraisés, à des poids estimés à 150-200 kg vif | Vendus après finition à l'âge de 24-30 mois, à des poids estimés à 300-600 kg vif |
| Age à la première mise bas | 4 ans | 4 ans | 2 à 3 ans |
| Fécondité | 0,4 à 0,6 | 0,65 | 0,7 |
| Productivité numérique | 0,4 à 0,6 | 0,5 à 0,6 | 0,5 à 0,7 |
| Format moyen des vaches (kg) | 200 à 250 | 250 à 350 | 250 à 350 |
| Proportions des rythmes de reproduction (%) | | | |
| profils 1 + 2 | 0 à 30 | 35 | 80 |
| profil 3 | 40 à 50 | 30 | 20 |
| profils 4 + 5 | 20 à 25 | 20 à 25 | 0 |
| Quantité de concentré acheté par an et par reproductrice (kg) | 150 à 300 | 500 à 1 000 | 450 à 1 200 |
| Evolution prévisible | Selon l'impact des variations de la production pastorale. Les troupeaux ont été en reproduction simple ou en progression selon le rythme de commercialisation | Selon celle du rapport prix du concentré/prix de la viande et probablement vers l'arrêt de l'intensification ou l'amorce de l'extensification du mode de conduite | Selon la place et le rôle de l'atelier bovin dans le projet global de développement de l'exploitation (ateliers laitier, maraîchage, etc.) |

en résultent, tant en matière d'affectation des portions de territoire que de calendrier de production, de gestion de la trésorerie des exploitations et de l'organisation de l'élevage. L'apport de cette étude sur l'élevage bovin conduit à plusieurs remarques. Dans ces systèmes plurispécifiques, le bovin est la seule espèce qui permet le maintien de l'exploitation ou l'amorce de son développement : les fonctions et logiques de l'élevage des petits ruminants s'infléchissent ainsi différemment mais toujours à son profit. Toutefois, les méthodes mises en œuvre sur les bovins peuvent servir pour étudier et maîtriser le pilotage des autres types de troupeaux conduits dans la même exploitation avec des logiques cohérentes. Les caractéristiques des ovins et des caprins, le rythme de reproduction plus rapide notamment, peuvent favoriser en retour des comparaisons expérimentales plus rapides face à la faible quantité de connaissances disponibles sur les voies de maîtrise des risques en élevage extensif.

■ CONCLUSION

Plus généralement, ces recherches alimentent de façon concrète le débat sur les relations entre l'aménagement et la gestion des forêts et la conduite d'élevage, en précisant les interférences du régime pastoral avec la croissance et la pérennité de la végétation. La durabilité des systèmes d'élevage dépend bien plus de la maîtrise de quelques périodes critiques (soudures, reconstitution des réserves corporelles et réussite des saillies, choix des types de produits à commercialiser) que de l'exploitation d'un capital renouvelable. Elle ne peut pas, bien sûr, se raisonner à l'échelle individuelle et indépendamment des points de vue des autres acteurs du territoire, ici les forestiers, et des filières. Les règles d'accès aux ressources sylvopastorales, l'approvisionnement en aliments concentrés, la maîtrise de l'amélioration génétique des animaux constituent ainsi un ensemble d'actions collectives exigeant des formes de coordination entre différentes catégories d'acteurs. Elles nécessitent également un accompagnement institutionnel pour favoriser un développement de ces types d'élevage qui serait en accord avec la production forestière et sa protection contre les incendies.

Cette étude sur un élevage empiétant sur l'espace forestier met en évidence les dépendances sociales et spatiales des modes d'élevage en situation limitante. La palette des choix techniques s'y réduit avec le niveau de précarité des situations des éleveurs. La volonté permanente d'imitation des plus favorisés a toujours eu tendance, depuis quelques décennies, comme on a pu l'observer également dans les pays industrialisés, à minimiser les risques ainsi générés : gérer au mieux les ressources fourragères en s'adaptant aux besoins des animaux compte tenu du matériel génétique – et non l'inverse – en ayant recours à des achats extérieurs n'est pas possible ici dans la majorité des cas. Une telle logique de conduite de l'élevage montre ses limites dès que ses effets sont évalués à des échelles pluriannuelles, ainsi que l'a montré Tichit (19) sur les troupeaux mixtes de lamas et d'ovins sur l'altiplano bolivien.

Ces travaux illustrent les conséquences du déphasage avec l'exploitation des ressources locales, accentuées par le renchérissement des compléments en concentrés. Dans ce contexte, l'inadaptation du matériel génétique s'exprime sur le pas de temps, à la fois des processus biologiques (renouvellement des troupeaux et évolutions des parcours) et des changements sociaux et économiques (choix politiques et reconstitution des filières agroalimentaires). Le transfert aux pays en développement du modèle qui a marqué la modernisation technique de l'élevage bovin des pays développés (animaux spécialisés de grand format) fait apparaître clairement les limites de la dépendance de ces animaux aux ressources disponibles. Le besoin primordial de sélectionner des ani-

maux de format adapté au milieu d'élevage auquel ils sont destinés repose sur une sélection à partir des ressources génétiques locales. On est ainsi conduit à mieux respecter l'articulation entre les deux termes du couplage (ressources fourragères et génétiques) et les échelles temporelles de leur impact sur la régulation des systèmes d'élevage.

BIBLIOGRAPHIE

1. AGABRIEL J., GIRAUD J., PETIT M., 1986. Détermination et utilisation de la note d'état d'engraissement en élevage allaitant. *Bull. tech. Crz. Theix, Inra*, **66** : 43-50.
2. BELLON S., GIRARD N., GUERIN G., 1999. Caractériser les saisons pratiques pour comprendre l'organisation d'une campagne de pâturage. *Fourrages*, **158** : 115-132.
3. BNEF, 1992. Projet d'aménagement intégré du massif des Beni Salah, Wilaya de Guelma. Partie 2 : Production sylvicole ; partie 4 : Protection du cerf de Barbarie. Alger, Algérie, Bureau national des études forestières, 125 p. et 65 p.
4. BNEF, 1992. Projet d'aménagement intégré du massif des Beni Salah, Wilaya de Guelma. Partie 3 : Aménagements sylvo-pastoraux. Alger, Algérie, Bureau national des études forestières, 174 p.
5. CASABIANCA F., 1988. Elevage bovin corse. Système d'alimentation et matériel animal. *Greghe e rughjoni*, **13**.
6. CASABIANCA F., PICCINELLI G., 1996. Recherches sur la gestion des troupeaux de bovins allaitants en milieu méditerranéen à fortes contraintes : modélisation de la reproduction. In: *Cattle in the Mediterranean Area*. Rome, Italie, EAAP, p. 105-120. (N° 86)
7. CERVANTES N., CHOISIS J.P., LHOSTE P., 1990. Etude de l'élevage bovin par suivi zootechnique : le cas de l'Etat de Colima (Mexique). In : Gibon A., Vallerand F. eds, *Approche globale des systèmes d'élevage et étude de leurs niveaux d'organisation*. Luxembourg, CEE Pub., p. 159-164.
8. GAUTHIER D., PETIT M., TERQUI M., MAULEON P., 1984. Sous-nutrition et fertilité. In : Actes symp. franco-israélien Le potentiel de reproduction des bovins et des ovins, 21-23 février 1984. Versailles, France, Inrad éditions, p. 105-124. (Colloque Inra n° 27)
9. GUERIN G., BELLON S., 1989. Analysis of the functions of pastoral areas in forage systems in the Mediterranean region. *Etud. Rech. Sys. agraires Dév.*, **16** : 147-156.
10. HUBERT B., 1993. Pastoralisme et territoire, modélisation des pratiques d'utilisation. *Cah. Agric.*, **3** : 9-12.
11. LANDAIS E., 1983. Analyse des systèmes d'élevage bovin sédentaire du Nord de la Côte d'Ivoire. Maisons-Alfort, France, lemvt, 759 p. (Etudes et synthèses n° 9)
12. LANDAIS E., DEFFONTAINES J.P., 1988. Les pratiques des agriculteurs. Point de vue sur un courant nouveau de la recherche agronomique. *Etud. rurales*, **109** : 125-158.
13. LHOSTE P., 1986. L'association agriculture-élevage. Evolution du système agropastoral au Sine Saloum (Sénégal). Thèse Doct., Ina-PCG, Paris, France, 314 p.
14. MADANI T., 1993. Complémentarité entre élevages et forêts dans l'Est algérien : fonctionnements et dynamiques des systèmes d'élevage dans le massif des Béni Salah. Thèse Doct., université de Montpellier II, France, 266 p.
15. MADANI T., HUBERT B., LASSEUR J., GUERIN G., 2001. Association des bovins, des ovins et des caprins dans les élevages de la suberaie algérienne. *Cah. Agric.*, **10** : 9-18.
16. MIALON M., RENAUD G., KRAUSS D., MENISSIER F., 1996. Caractéristiques et variabilités de la reprise d'activité sexuelle post-partum des vaches allaitantes Charolaises en troupeau expérimental. *Renc. Rech. Rumin.*, **3** : 175-178.

17. PETIT M., 1978. Vaches nourrices. In : Alimentation des ruminants. Versailles, France, Inra Editions.
18. SANTUCCI P.M., 1991. Le troupeau et ses propriétés régulatrices, bases de l'élevage caprin extensif. Thèse Doct., université de Montpellier II, France, 85 p.
19. TICHIT M., 1998. Cheptels multi-espèces et stratégie d'élevage en milieu aride : analyse de viabilité des systèmes pastoraux camélidés-ovins sur les hauts plateaux boliviens. Thèse Doct., Ina-PG, Paris, France, 285 p.
20. TOURRAND J.F., 1993. Le développement de l'agriculture irriguée et la transformation de l'élevage dans la région du delta du fleuve Sénégal. Thèse Doct., université de Paris VI, France, 340 p.

21. VALLERAND F., 1979. Réflexions sur l'utilisation des races locales en élevage africain. Exemples du mouton Djallonké dans les conditions physiques et sociologiques du Cameroun. Thèse Doct., université polytechnique de Toulouse, France, 242 p.
22. VISSAC B., 2001. Les vaches de la République. Saisons et raisons d'un chercheur citoyen. Versailles, France, Inra Editions. (Coll. Espaces ruraux)
23. WOLTER R., 1992. Erreurs alimentaires et infertilité de la vache laitière. *Prod. Lait. mod.*, **219** : 92-96.
24. WRIGHT I.A., RUSSEL A.J.F., HUBTER E.A. 1986. The use of body condition scoring to ration beef cows in late pregnancy. *Anim. Prod.*, **43** : 391-396.

Reçu le 26.11.2001, accepté le 07.08.2003

Summary

Madani T., Hubert B., Vissac B., Casabianca F. Analysis of Cattle Husbandry and Farming Systems Changes in an Algerian Sylvopastoral Area

This study analyzed the cattle husbandry role in livestock systems and farms in a forested area of Northeastern Algeria. The study area was a representative sample of Algeria 500,000 ha of cork oak (*Quercus suber*) forests. It is the wettest region of the country and it hosts the largest portion of Algeria suckling cattle herd. The authors first presented the framework of their study, information sources and animal husbandry types. Then, they developed a method to assess breeding and growth performances. The methodological approach to analyze livestock systems focused on interactions between female breeding profiles, animal genetic types and dynamics of animal body condition, which appeared as a reliable indicator that could be used as a diagnosis tool to control breeding. Comparison of animal husbandry practices with changes in animal body requirements and pastoral resources showed there were periods during the year (so-called *saison-pratique*) that were essential to analyze the adjustments implemented and their incidence on animal performances. Therefore, this study on the practices and evolution of livestock systems enabled the authors to identify new more relevant and operating categories of livestock systems that better reflected current trajectories. These categories helped produce reference frames that were adapted to the context and which could be used without the need to apply merely intensification paradigms.

Key words: Cattle – Reproductive performance – Body condition – Animal performance – Animal husbandry method – Agrosylvopastoral system – Algeria.

Resumen

Madani T., Hubert B., Vissac B., Casabianca F. Análisis de la actividad de la cría bovina y transformación de los sistemas de producción en situación silvo patoril en Argelia

El presente estudio analiza el papel jugado por la cría bovina en los sistemas de cría y las explotaciones de una cadena forestal en el nordeste argelino. La cadena es representativa de las 500 000 ha de la sub área argelina que constituye la parte mas irrigada y alberga la mayor parte del hato bovino de leche del país. Después de presentar el cuadro de estudio, las fuentes de información y los tipos de establecimiento, los autores tratan los rendimientos de reproducción y de crecimiento de los bovinos. Este gesto metodológico del análisis de los sistemas de cría insistió sobre las inter acciones entre los perfiles de reproducción de las hembras, el tipo de material animal utilizado y la dinámica del estado corporal, el cual se revela un indicador fiable, pudiendo constituir un instrumento de diagnóstico para el control de la reproducción. La confrontación de las prácticas con la evolución de las necesidades de los animales y los recursos pastoriles permitió indicar los períodos, llamados estación-práctica, con el fin de analizar los ajustes establecidos y su incidencia sobre los rendimientos. De la misma manera, el estudio de las prácticas de la evolución de los sistemas de cría permitió elaborar categorías de sistemas de producción más pertinentes y operacionales, para evidenciar las trayectorias en curso. El presente estudio contribuyó así a la producción de los marcos de referencia adaptados a la situación, pudiendo ser utilizados sin tener que recurrir únicamente a los paradigmas de intensificación.

Palabras clave: Ganado bovino – Reproductividad – Condición corporal – Desempeño animal – Método de crianza – Sistema agrosilvopascícolas – Argelia.

Le veau de boucherie

Concilier bien-être animal et production

Isabelle Veissier, Gérard Bertrand, René Toullec, eds

Autour de cinq principaux facteurs d'élevage – alimentation, logement, maîtrise de la santé, transport, rôle de l'éleveur – les auteurs analysent les éléments qui peuvent satisfaire les besoins de l'animal au regard de sa biologie et influencer la qualité de la viande.

Des solutions sont proposées pour améliorer les conditions d'élevage, à la fois pour le producteur (résultats techniques de l'exploitation) et les animaux (bien-être). L'avenir de la production est enfin abordée.

Destiné à tous les acteurs de la filière, cet ouvrage traite essentiellement des veaux produits en élevage dit « intensif » mais la plupart des résultats et recommandations peuvent être transposés à d'autres types d'élevage.



SOMMAIRE

- Qu'est-ce qu'un veau de boucherie ?
- Qu'est-ce que le bien-être animal ?
- Le logement des veaux de boucherie et les modes de distribution des aliments
- Les aliments d'allaitement
- La complémentation solide
- La maîtrise de la santé
- Le transport des veaux
- L'importance de l'éleveur
- Quel avenir pour la production du veau de boucherie
- La réglementation en vigueur
- Les auteurs

2003, 224 p.
ISBN 2-7380-1053-9
Réf. 01487
45,00 Euros

INRA Editions
Institut national de la
recherche agronomique
Route de Saint-Cyr
78026 Versailles cedex
France

Tél. : +33 (0)1 30 83 34 06
Fax : +33 (0)1 30 83 34 49
INRA-Editions@versailles.inra.fr

Demographic Parameters of N'Dama Cattle Raised under Extensive Range Management Conditions in Southern Senegal

P. Ezanno^{1,2*} A. Ickowicz^{1,3} B. Faye¹

Key words

N'Dama cattle – Mortality – Fertility – Extensive husbandry – Senegal.

Summary

The aim of the present study was to describe demographic parameters of N'Dama cattle raised under extensive range management in Southern Senegal. The survey was conducted between 1993 and 1998. Calving, mortality, entry and exit events were individually recorded. Body condition was scored monthly for each cow over three years of age. Logistic regression models were fitted on a monthly scale to estimate the probabilities of pregnancy, mortality, and of entering and leaving the herd. The rate of pregnancy was related to the herd size, season and cow body condition. Except in the hot dry season, it was twice as high for cows scoring higher than 2.5 points for two consecutive months than for other cows. It was highest in the rainy season in large herds and in the cool dry season in smaller herds. Mortality decreased with age, with monthly adult mortality lower than 0.3%. Calf survival was related to milk availability, represented in the present study by variables concerning farmers' practices (herd size), the environment and the dam (parity, calving body condition). Between birth and three years of age, monthly mortality ranged from 0.002 to 0.06. Entry and exit rates were higher in larger herds than in smaller ones, in which the main breeding objective was the herd demographic growth. Exchanges mainly occurred during the cool dry season.

INTRODUCTION

Demand for animal production is increasing in subtropical regions. In Senegal, ruminants represent the main source of animal production. More than 30% of milk and dairy products are supplied locally. The agropastoral area in Southern Senegal is a major livestock production zone. In that context, the main constraints on animal production are diseases (ticks and gastrointestinal parasites) (21, 31, 41) and pastoral resource quantity and quality, especially during the late dry season when water and fodder are less readily available (34). Because of its trypanotolerance and robustness, the N'Dama breed is well adapted to the Sudanian environment (6, 22). Many authors have

studied the productivity of the N'Dama reared under extensive range management in an environment similar to that in Kolda area. However, statistical analyses are not usually precisely described and results cannot be generalized. In a previous study based on the same breeding system (unpublished results), milk production and calf growth patterns were described using a body condition scoring (BCS) system. Herd productivity is furthermore related to herd growth, and thus to demographic parameters (probability of pregnancy and mortality) as well as to parameters concerning animal exchanges. In a tropical extensive range management system, cattle represent a form of savings to farmers, who sell or slaughter the animals only for cash or social events. Entries in the herd are also rare, corresponding most of the time to cattle given for a finite period by another farmer. Under such management, farmers can rear their cattle on different rangelands. Moreover, herds become large enough to be tended by a drover. Lastly, this practice increases genetic diversity within herds without buying new cows.

The aim of the present study was to set a reference for probabilities of pregnancy, mortality and management (entry and exit) of N'Dama cattle raised under a Sudanian extensive range environment (Kolda, Senegal).

1. Cirad-emvt, Campus international de Baillarguet, TA30/A, 34398 Montpellier Cedex 5, France

2. Current address: Unit of Animal Health Management, Veterinary School / INRA, BP 40706, 44307 Nantes Cedex 03, France

3. Current address: ISRA-LNERV, BP 2057, Dakar, Senegal

* Corresponding Author

Tel.: +33 (0)2 40 68 78 54; Fax: +33 (0)2 40 68 77 68

E-mail: ezanno@vet-nantes.fr

■ MATERIALS AND METHODS

Study zone and animal monitoring

This work was carried out within a field research program on extensive farming systems (14, 15, 19, 20, 36, 40). Because the aim of the program was to understand the various aspects that partake in a complex agro-ecosystem, it was focused on a single village (Sare Yero Bana) and its associated rangelands, fallow lands and cultivated fields (20, 37). This site was selected as agro-ecologically representative of the smallholders' Sudanian area. Its activities and organization were typical of Kolda region, which is relatively homogeneous in terms of relief, climate, cropping and animal management. This village was located 15 km from Kolda (latitude 12.88°N, longitude 14.94°W) in Upper Casamance (Senegal).

Kolda's climate is Sudano-Guinean with a geoclimatic pattern and average annual rainfall of 1110 mm. For the purpose of the study, the year was divided into three seasons of four months. The rainy season (RS), between July and October, was followed by the cool dry season (CDS) from November to February and then by the hot dry season (HDS) from March to June. As supplementary feeding was not a common practice in the studied village, the seasonal effect was mainly due to variations in pasture feed availability and quality.

The village land consisted of 110 ha planted with maize, millet, groundnut, sorghum and rice and 4500 ha of natural rangelands and fallow lands. In the studied village, cattle were bred in 10 herds of varying sizes (20 to 210 animals in an average year). They were mainly N'Dama, a trypanotolerant taurine breed well adapted to the Sudanian environment (25). Herd management has already been described (8, 18). Herds grazed on fallow lands and woody savannah from ploughing to harvest time. After harvesting, animals were fed on crop residues. During HDS, when fodder availability decreased, they were left to roam around the village. Reproduction was uncontrolled. Field observations showed that 54% of calvings occurred between July and October, with an average age at first calving of five years (4-9 range) and an average calving interval of 27 months (11-47 range).

A longitudinal study was conducted from 1993 to 1998. The individual follow-up method was designed by Faugère (11). Cattle were identified by a plastic ear tag. Two professional enumerators, supervised by the second author of this paper, visited the herds twice a month. The total number of cattle monitored was 1286 (744 females and 542 males), 712 (470 females and 242 males) of which reached at least three years of age during the survey. The records included demographic events (births, deaths, entries and exits) and a body condition score (BCS) of the cows. BCS ranged between 0 and 5 points (8, 29) and was given by one technician, the same one for all the cows throughout the survey. Data were stored in a relational database (23) and validated before analysis.

Data analysis

The probability of pregnancy was the probability in any month t of an open cow becoming pregnant. As abortions were not recorded during monitoring, the probability of pregnancy was here equivalent to a probability of calving. The probability of entrance in the herd corresponded to the probability of purchase and donation. The probability of exit corresponded to the probability of voluntary and involuntary culling and donation. Pregnancy, mortality, entry and exit probabilities were estimated with survival models for grouped data (logistic regressions with a log-it link; 7). The observed data was compiled by monthly periods and monthly age stages. A monthly scale was retained to compete the risks of

failure (26). The data was finally aggregated by season (RS, CDS and HDS) and age class (0-3, 4-6, 7-12 and 13-36 months for juveniles; over three years of age for adults). Each response was established as the proportion $y_i = r_i/m_i$, where r_i was the number of observed cases and m_i the number of individuals at risk for covariable pattern i . The model was as follows:

$$\log\{\mu_i/(1-\mu_i)\} = x_i\beta$$

$$E(Y_i) = \mu_i$$

$$Var(Y_i) = \frac{\mu_i(1-\mu_i)}{m_i}$$

where β was the vector of the linear predictors, x_i the vector of the explanatory variables and μ_i the expected values for covariate pattern i . A three-step procedure was used to select the best model for each type of response (pregnancy, mortality, entry and exit).

Step one

A full model was constructed with all the explanatory variables of interest (Table I). Because the explanatory variables were not identical for both sexes and all age classes, separated models were adjusted for juveniles ($n = 517$), adult females ($n = 368$) and adult males ($n = 242$), except for adult mortality for which occurrence was low and males and females were analyzed simultaneously. On one hand, the studied responses were related to the characteristics of the animals (35) or of the dams (27), such as the reproduction stage, age or body condition. On the other hand, they were related to the farmers' objectives and financial means, which were represented by the herd size (large herds: more than 100 animals every year; small herds: less than 100 animals at least for one year), with the small herds being more sensitive to seasonal or accidental variations in health status, forage availability or prices than the large herds. Among the observed data, yearly variations only occurred in adult mortality. Hence, the year factor was only included in the model estimating the probability of adult mortality. The threshold of 2.5 points was pertinent to classify cows according to their monthly body condition (8). The sign of BCS change was also tested but was not reliably related to productive performance (not discussed here; 8).

Step two

The explanatory variables were stepwise selected with a backward procedure based on Akaike's information criterion (AIC), where $AIC = -2*\log\text{-likelihood} + 2*k$, k being the number of parameters in the model. AIC is a trade-off between bias and variance, or between underfitting and overfitting (1). The model with the smallest AIC is retained.

Step three

The significance of the explanatory variables included in the selected model was checked with tests of difference of deviances. Tests of lack of fit of the model were checked with the Hosmer and Lemeshow test (17), and the Osius and Rojek test (33).

The predicted monthly probabilities were then used to calculate the annual probabilities of mortality, pregnancy, entry and exit with the following equation:

$$P_{\text{year}} = (1 - (1 - P_{\text{month}})^{12})$$

■ RESULTS

Probability of pregnancy

The model estimating the probability of pregnancy and minimizing AIC included season, parity, BCS for two consecutive months and

Table I

Description of the explanatory variables included in the most complete model for each response

| Pregnancy | | Mortality | | Entry | | | Exit | | |
|-------------------------------|--------------------|-----------------|-----------|-----------------|--------|-----------|-----------------|--------|-----------|
| | | Juvenile | Adult | Juvenile | Female | Male | Juvenile | Female | Male |
| Season | RS | RS | RS | RS | RS | RS | RS | RS | RS |
| | CDS | CDS | CDS | CDS | CDS | CDS | CDS | CDS | CDS |
| | HDS | HDS | HDS | HDS | HDS | HDS | HDS | HDS | HDS |
| Age | | [0; 6] | [3; 4] | [0; 6] | | [3; 4[| [0; 6] | | [3; 4[|
| | | [6; 12] | ≥ 5 years | [6; 12] | | [4; 5] | [6; 12] | | [4; 5[|
| | | [12; 36 months] | | [12; 36 months] | | ≥ 5 years | [12; 36 months] | | ≥ 5 years |
| Herd size | Small ¹ | Small | Small | Small | Small | Small | Large | Small | Small |
| | Large ² | Large | Large | Large | Large | Large | | Large | Large |
| Year | | | 1993-1997 | | | | | | |
| Parity | N ³ | P | | | N | | P | N | |
| | P ⁴ | M | | | P | | M | P | |
| | M ⁵ | | | | M | | | M | |
| Sex | | | | Male | | | Male | | |
| | | | | Female | | | Female | | |
| BCS _c ⁶ | | U; A | | | | | U; A | | |
| BCS _t | U; A | | | | U; A | | | U; A | |
| BCS _{2m} | UU; AU; | | | | | | | | |
| | UA; AA | | | | | | | | |
| PS ⁷ | RSt | | | | LG-EL | | | EG-RSt | |
| | | | | | EG-RSt | | | | |

RS = rainy season; CDS = cool dry season; HDS = hot dry season

¹ Less than 100 head over at least one year; ² More than 100 head every year

³ Nulliparous cows; ⁴ Primiparous cows; ⁵ Multiparous cows

⁶ Body condition score at calving (BCS_c), during month *t* (BCS_t) and during the two previous months (BCS_{2m}): U = under 2.5 points; A = equal or above 2.5 points on a five-point scale

⁷ Physiological status: LG-EL = late gestation and early lactation; EG-RSt = early gestation and remaining states; RSt = remaining states

the interactions between season and parity and between season and BCS (Table II). The probability of pregnancy was highest for cows scoring greater than 2.5 points for two consecutive months. Regardless of the parity, the probability of pregnancy was higher during CDS. For nulliparous and primiparous cows, it was higher during RS than during HDS, whereas for multiparous cows it was higher during HDS. Except during RS, multiparous cows had a higher probability of pregnancy than nulliparous and primiparous cows (Figure 1; Table III). On average, the annual probability of pregnancy was 0.317 (S.E. = 0.035).

Probability of mortality

For the juveniles, the AIC selected model included the herd size, season of birth, age of the calf, parity, BCS at calving (BCS_c) of the dam and interactions between season and BCS_c and between age and parity (Table II). The probability of mortality was lower in large herds than in small ones. BCS_c of the dam especially influenced the mortality of calves born in HDS and in RS in small herds. Whatever the herd size, the mortality probability was lower during CDS than during HDS and RS. Moreover, it was higher between birth and 6 months of age for calves born to primiparous cows, whereas it was higher between 7 and 12 months of age for calves born to multiparous cows (Figure 2). The annual probabilities of mortality by age groups are reported in Table III.

For the adults, the AIC selected model included the season and the year (Table II). The monthly probability was higher in HDS and then in RS than in CDS. It was much lower in 1996 than in the other years (0.0004 in HDS in 1996 vs from 0.002 to 0.003 in HDS in the other years). Overall, the annual adult mortality was low (0.018; S.E. = 0.001). One noticeable feature was that, among

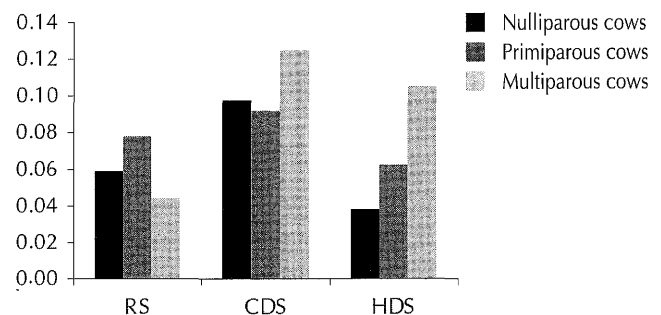


Figure 1: Monthly probability of pregnancy of cows scoring greater than 2.5 points in the two previous months for body condition, estimated by logistic regression by parity and season (RS = rainy season; CDS = cool dry season; HDS = hot dry season).

females, only those who were neither in late pregnancy nor in early lactation and scoring less than 2.5 points for the two previous months presented mortality.

Probability of entrance

For the juveniles, the AIC selected model included the herd size, season and age (Table II). The probability of entrance was low. The annual probabilities by age groups and herd size were 0.009

(S.E. = 0.001) vs 0.088 (S.E. = 0.009) for 0-1 year of age and 0.002 (S.E. < 0.001) vs 0.017 (S.E. = 0.002) for 1-2 years of age, in small herds compared to large herds. The monthly probability of entrance was higher during CDS: from 0.004 to 0.022 in CDS and less than 0.005 in RS and HDS.

For the adult males, the AIC selected model included the season, herd size and age (Table II). The annual probability was almost twice as high in large herds than in small ones: on average 0.113

Table II

Logistic regression models selected by AIC¹ for probabilities of conception, mortality, entry and exit of N'Dama cows in Kolda (Senegal) between 1993 and 1998

| Models | Deviance | HL test ² | OR test ² |
|--|----------|----------------------|----------------------|
| Pregnancy season + parity + BCS _{2m} + (season * parity) + (season * BCS _{2m}) | 11.17 | 0.99 | 0.64 |
| Juvenile mortality herd size + season + age + parity + BCS _C + (season * BCS _C) + (age * parity) | 64.34 | 0.90 | 0.57 |
| Adult mortality season + year | 53.19 | 0.19 | 0.82 |
| Juvenile entrance herd size + season + age | 18.22 | 0.13 | 0.61 |
| Adult male entrance herd size + season + age | 10.69 | 0.94 | 0.61 |
| Cow entrance herd size + season | 34.04 | 0.93 | 0.86 |
| Juvenile exit sex + season + BCS _C + age + (sex * age) | 53.67 | 0.55 | 0.74 |
| Adult male exit herd size + season + age + (herd size * season) + (season * age) | 13.90 | 0.92 | 0.22 |
| Cow exit herd size + season + BCS _t + (herd size * BCS _t) + (herd size * season) | 30.03 | 0.64 | 0.28 |

¹ Akaike information criteria

² P-value for the global Hosmer and Lemeshow test (HL test) and the Osius and Rojek test (OR test)

BCS_{2m} = body condition score during the two previous months

BCS_C = body condition score at calving

BCS_t = body condition score during month t

Table III

Annual probabilities per state of parity for pregnancy and per age class for mortality, entry and exit of N'Dama cows

| | Juveniles ¹ | | | Adult cows ² | | | Adult males ³ | | |
|------------------------|------------------------|-------------|--------------|-------------------------|--------------------------|--------------|--------------------------|-------------|-------------|
| | [0-6] | [6-12] | [12-36] | N | P | M | [3-4] | [4-5] | ≥ 5 |
| Pregnancy ⁴ | | | | 0.26 (0.03) | 0.32 (0.03) | 0.37 (0.04) | | | |
| Mortality ⁴ | 0.17 (0.01) | 0.14 (0.02) | 0.10 (0.01) | | | 0.02 (0.001) | | | |
| Entry ⁴ | 0.06 (0.01) | 0.04 (0.01) | 0.01 (0.001) | | 0.19 (0.02) ⁵ | | 0.12 (0.01) | 0.27 (0.02) | 0.15 (0.01) |
| Exit ⁴ | 0.25 (0.02) | 0.18 (0.02) | 0.06 (0.01) | | | | 0.37 (0.02) | 0.40 (0.02) | 0.47 (0.02) |

¹ Age classes for juveniles are expressed in months

² Parity states for adult cows are nulliparous (N), primiparous (P) and multiparous (M)

³ Age classes for adult males are expressed in years

⁴ Standard errors are expressed in parentheses

⁵ Concerns only cows that were neither pregnant nor in early lactation

(S.E. = 0.008) vs 0.245 (S.E. = 0.018) in small and in large herds, respectively, and twice as high for four-year-old males than for younger and older ones (Table III). The annual probabilities by age groups were 0.120 (S.E. = 0.008), 0.270 (S.E. = 0.020) and 0.147 (S.E. = 0.011) for males aged 3, 4 and 5 years or more. The probability of entrance was higher in RS, and then in CDS (Figure 3).

For the adult females, the AIC selected model included the herd size and season (Table II). In small herds, the annual probability of entrance was almost zero (< 0.004). In large herds, entrance essentially occurred during the dry season: monthly probabilities were below 0.001 in RS vs 0.02 and 0.008 in CDS and HDS, respectively.

Probability of exit

For the juveniles in large herds, the AIC selected model included sex, season, BCS_C of the dam, age and the interaction between sex and age (Table II). Very few calves left during RS (< 0.002). The probabilities of exit were similar in CDS and HDS. Calves born to cows scoring less than 2.5 points at calving left twice as often as calves born to cows scoring greater than 2.5 points at calving, with annual probabilities of 0.106 (S.E. = 0.009) and 0.224 (S.E. = 0.020), respectively. The probability of exit decreased with age (Table III). Sex did not affect calf exit between birth and six months of age. Between seven and twelve months of age, females left more often than males. After one year of age, females hardly left the herd, whereas males left it as much as between seven and twelve months of age (Figure 4).

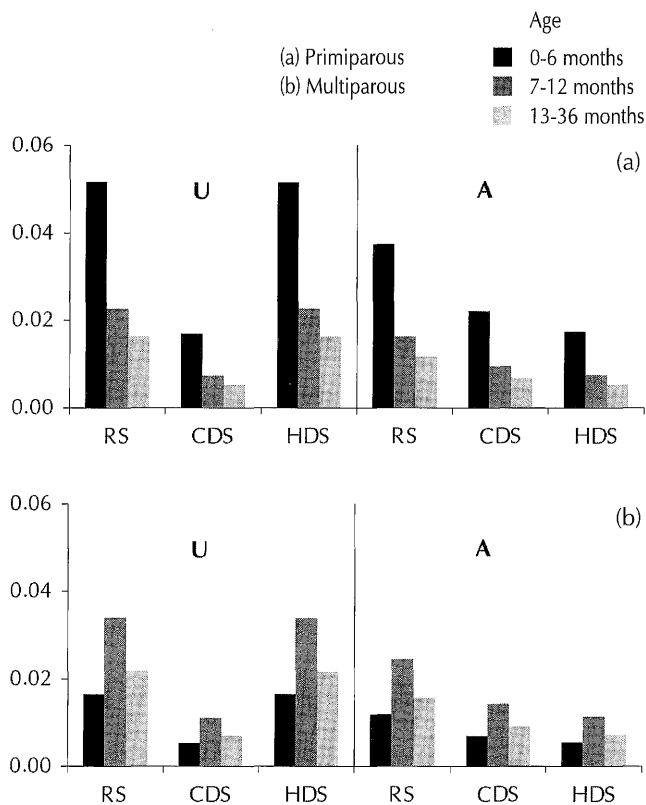


Figure 2: Monthly probability of juvenile mortality (between birth and 36 months of age), estimated by logistic regression by season of birth (RS = rainy season; CDS = cool dry season; HDS = hot dry season), age, herd size (only small herds are shown here; the pattern for large herds was identical but probabilities were lower), parity and calving body condition score of the dam (U < 2.5 points; A > 2.5 points on a five-point scale).

For the adult males, the AIC selected model included the season, herd size, age and the interactions between season and herd size and between season and age (Table II). Overall, the probability of exit increased with age (Table III). The patterns were different between large and small herds (Figure 5). The probability was lower in small than in large herds, with annual probabilities of 0.330 (S.E. = 0.017) and 0.493 (S.E. = 0.018), respectively.

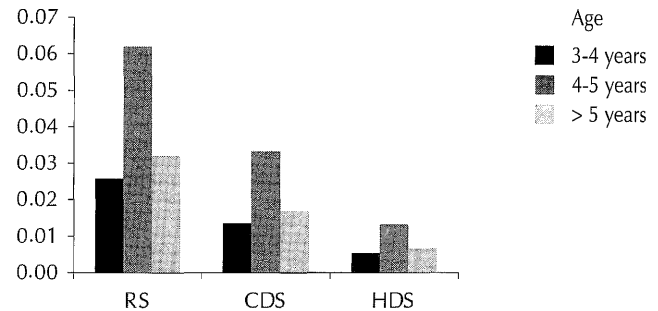


Figure 3: Monthly probability of entering the herd for adult males, estimated by logistic regression for large herds by age and season (RS = rainy season; CDS = cool dry season; HDS = hot dry season).

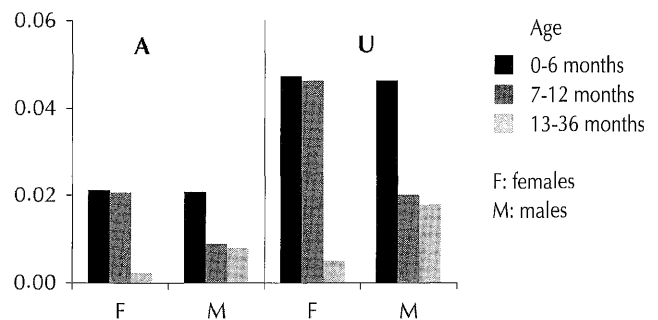


Figure 4: Monthly probability of leaving the herd for juveniles (from birth to three years of age) in large herds, estimated by logistic regression by age, sex, calving body condition score of the dam (U < 2.5 points; A > 2.5 points on a five-point scale) and season; exit rates in the rainy season were low (< 0.002) and are not represented here; exit rates in the cool and hot dry seasons were identical.

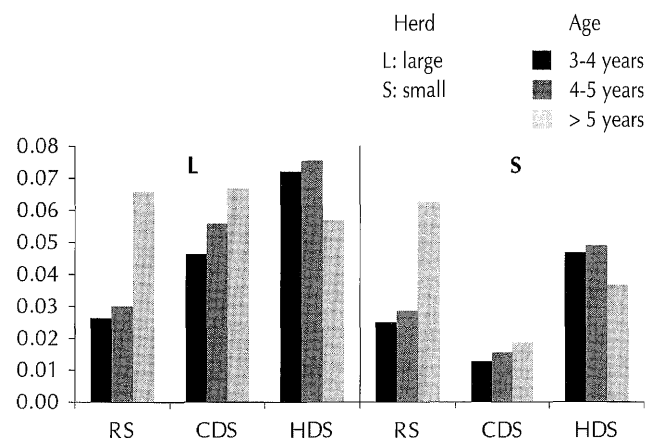


Figure 5: Monthly probability of leaving the herd for adult males, estimated by logistic regression by herd size, season (RS = rainy season; CDS = cool dry season; HDS = hot dry season) and age.

In large herds, exit preferentially occurred in the dry season, especially in HDS, except for males over five years of age, which left all year round. In small herds, exit occurred in both HDS and RS, but almost never in CDS.

Females in late pregnancy or in early lactation never left the herd. The analysis for adult females was therefore only based on females in other physiological states. The AIC selected model included herd size, season, BCS for the month considered and the interactions between herd size and BCS, and between herd size and season (Table II). Cows left more often the herd during the dry season than during the rainy season. In small herds, only thin cows (BCS < 2.5 points) left, whereas in large herds the probability of exit was higher for cows scoring greater than 2.5 points (Figure 6). On average, the annual probabilities were 0.293 (S.E. = 0.016) vs 0.078 (S.E. = 0.010) in large and small herds, respectively.

DISCUSSION

Improvement of the probability of pregnancy and juvenile survival

The average annual probabilities of pregnancy and of juvenile mortality estimated in the present study tally with other estimations on N'Dama cattle under a traditional range management system (Tables IV and V). In the tropics, the probabilities of pregnancy and of juvenile mortality are essentially influenced by forage availability (5) and characteristics of herd and cows (health status, body condition, etc.) (4, 41). Cows in moderate to good body condition have a higher probability of conceiving than other cows; there is a reduced ovarian activity for cows scoring less than 2.5 points on a five-point scale (28). In the present study, most of the pregnancies began during the period of good forage availability and quality (crop residues or rainy season). The season also affected the calf mortality, especially when the dam was thin. Cows in good body condition can mobilize their body reserves to produce enough milk in early lactation to cover their calf's needs, even when calving occurs in the dry season. The mortality was lower in CDS, then in RS. Both seasons are characterized by generally good forage availability for cows and for calves around six months old at the beginning of weaning.

Results obtained in station (2, 10, 32, 39) or after strategic health treatment (41) show that the annual probability of juvenile mortality could decrease to below 10% and that the annual probability of calving could exceed 70%. The present results

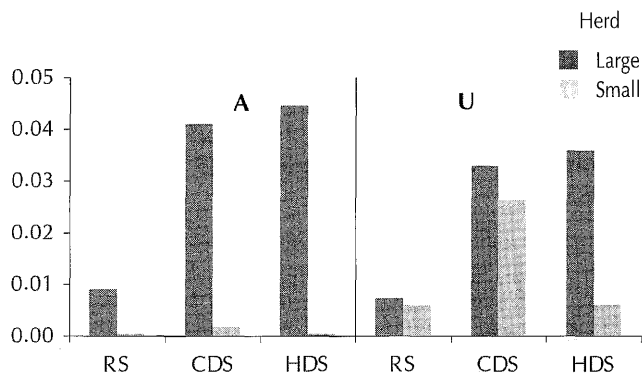


Figure 6: Monthly probability of leaving the herd for cows in neither late pregnancy (last three months) nor early lactation (first three months), estimated by logistic regression by herd size, season (RS = rainy season; CDS = cool dry season; HDS = hot dry season) and body condition score (U < 2.5 points; A > 2.5 points on a five-point scale).

indicated that control of N'Dama cattle feeding in an extensive management system might notably increase the number of calvings or enable control of the calving season. By increasing the number of conceptions in HDS, i.e. the number of calvings occurring in CDS, juvenile mortality would probably drop and milk production would increase in a season when milk is rare (9).

Mortality

The mortality was higher during the first six months of life for calves born to primiparous cows, whereas it was higher between seven and twelve months of age for calves born to multiparous cows. This difference might be related to the higher milk production potential of multiparous cows. After the first months of life, calves lose the immunity provided by the consumption of colostrum and are dependent on their mother's milk. The mortality could also be related to the health status of the herd, which depends on its size and on the occurring season. Firstly, farmers owning a small herd have generally more limited financial means. They therefore cannot afford repeated veterinary operations. Secondly, disease occurrence is higher during RS (intestinal parasites, ticks, diarrhea) and HDS (dehydration) than during CDS (30).

Adult mortality was low. No mortality was observed among pregnant and lactating cows. In fact, females with health problems do not generally reproduce. Cows in late pregnancy or in early

Table IV

Comparison of annual probabilities of pregnancy and calving in N'Dama cows observed in different studies

| Reference | Country | Environment | Probability | Value |
|---|---------------|-------------|------------------------|-------------------------------|
| The present study | Senegal | Village | Pregnancy ¹ | 0.32 |
| Coulomb J., 1976, <i>Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.</i> | Côte d'Ivoire | Station | Fertility ¹ | 0.88 |
| Godet G. et al., 1981, <i>Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.</i> | Côte d'Ivoire | Village | Fertility | 0.38 to 0.44 |
| Tuah A.K. and Danso Y.N., 1985, <i>Trop. Anim. Health Prod.</i> | Ghana | Station | Fertility | 0.72 |
| Dejode A. et al., 1992, <i>Trop. Anim. Health Prod.</i> | Nigeria | Village | Pregnancy | 0.02-0.14 month ⁻¹ |
| Zinsstag J. et al., 1997, <i>Vet. Parasitol.</i> | The Gambia | Village | Fertility | 0.44 |

¹ The probability of pregnancy is here the number of cows that became pregnant relatively to the number of open cows present in the herd during the year, whereas the fertility is the number of calvings that occurred in the year relatively to the number of adult cows present in the herd

Table V

Comparison of annual probabilities of mortality in N'Dama cattle observed in different studies

| Reference | Country | Environment | 0-1 yr | 1-2 yrs | Adult |
|--|------------|------------------|--------|---------|-------|
| The present study | Senegal | Village | 0.16 | 0.10 | 0.02 |
| SATEC, 1973 | Senegal | Village | 0.30 | 0.15 | 0.05 |
| Fall A. <i>et al.</i> , 1982, ILCA | Senegal | Station | 0.10 | | |
| Tuah A.K. and Danso Y.N., 1985, <i>Trop. Anim. Health Prod.</i> | Ghana | Station | 0.10 | | |
| Njie M. and Agyemang K., 1991, <i>Trop. Anim. Health Prod.</i> | The Gambia | Station | 0.06 | | |
| Dejode A. <i>et al.</i> , 1992, <i>Trop. Anim. Health Prod.</i> | Nigeria | Village | 0.24 | | |
| Mourad M. and Magassouba B., 1996, <i>Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.</i> | Guinea | Private breeding | 0.14 | 0.17 | |
| Itty P. <i>et al.</i> , 1997, <i>Prev. vet. Med.</i> | The Gambia | Village | 0.21 | 0.01 | 0.04 |
| Zinsstag J. <i>et al.</i> , 1997, <i>Vet. Parasitol.</i> | The Gambia | Village | 0.07 | 0.01 | 0.05 |

lactation should be in better health than open cows. Adult mortality was lower in 1996 than in the other years: 1995 and 1996 were the two driest years (less than 960 mm of rain), which could have influenced adult mortality.

Cattle management

As far as the authors know, there is no literature available on cattle management in a traditional tropical environment. In temperate climates, the renewal is related to the cow BCS and health status (12). Moreover, for dairy cows it is generally based on milk production during early lactation (16). The renewal pattern under an extensive tropical management system may be very different as there are substantial feeding constraints. The environment is highly influential and over-conditioning is rarely a problem. In such a context, a cow, which presents a poor production at one time, cannot be considered as unproductive. The animal flow should then be based on biological factors influencing subsequent performance, such as milk potential, reproductive status, cow health or body condition (24).

On the other hand, as the main breeding aim under traditional management systems is livestock capitalization, cattle exchanges depend on variations in the herd size and on breeders' financial means. The smaller the herd, the more sensitive it is to its environment. In small observed herds, the ratio between males and females varied with time and sometimes equaled one to one. Conversely, the structure of large herds was generally stable from year to year, the number of males representing about half the number of females. Moreover, in Sare Yero Bana, there were no breeders involved in the commodity of beef cattle production, nor in bull fattening for either fieldwork or reproduction. Hence, animals were only sold when cash was needed, which generally occurred between the late rainy season and harvest time (CDS). Prices in CDS were generally not attractive, supply being greater than demand. However, irrespective of the herd size, breeders did not sell pregnant or lactating cows but bulls and thin cows or cows that had not calved for some time, such as old nulliparous and primiparous cows.

CONCLUSION

The present study gives a description of the demographic parameters of N'Dama cattle reared under extensive management systems in Southern Senegal. The probability of pregnancy was highest in the rainy season in large herds and in the cool dry season in smaller herds. Calf survival was related to farmers'

practices, the environment and the dam. Both rates were lower than those reported in a more controlled environment, suggesting that herd productivity may increase with the feeding level. In small herds, the main breeding objective was herd growth, which resulted in low exit rates. Animal flows mainly occurred during the early dry season.

Acknowledgments

This study was conducted under the joint "Alimentation du bétail tropical" program, run by ISRA-LNERV and CIRAD-EMVT. We would like to thank the Livestock Directorate and farmers of Sare Yero Bana village for their friendly collaboration.

REFERENCES

- BURNHAM K.P., ANDERSON D.R., 2002. Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach, 2nd Edn. New-York, NY, USA, Springer-Verlag, 488 p.
- COULOMB J., 1976. La race N'Dama : quelques caractéristiques zootechniques. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **29** : 367-380.
- DEJODE A., REYNOLDS L., MATTHEWMAN R.W., 1992. Cattle production systems in the derived savannah and Southern Guinea savannah regions of Oyo State, Southern Nigeria. *Trop. Anim. Health Prod.*, **24**: 90-96.
- DELGADO R., MAGANA J., HONHOLD N., 1992. Several factors that affect fertility at 120 days postpartum in zebu cattle and zebu-European crosses in the tropics. In: Anderson S., Wadsworth J. Eds, Dual-purpose cattle production research. Mérida, Mexico, International Foundation for Science, p. 349-358.
- DOWNIE J.G., GELMAN A.L., 1976. The relationship between changes in bodyweight plasma glucose and fertility in beef cows. *Vet. Rec.*, **99**: 210-212.
- DWINGER R.H., CLIFFORD D.J., AGYEMANG K., GETTINBY G., GRIEVE A.S., KORA S., BOJANG M.A., 1992. Comparative studies on N'Dama and zebu cattle following repeated infections with *Trypanosoma congolense*. *Res. vet. Sci.*, **52**: 292-298.
- EFRON B., 1988. Logistic regression, survival analysis, and the Kaplan-Meier curve. *J. Am. stat. Assoc.*, **83**: 414-425.
- EZANNO P., ICKOWICZ A., BOCQUIER F., 2003. Factors affecting the body condition score of N'Dama cows under extensive range management in South Senegal. *Anim. Res.*, **52**: 37-48.

9. EZANNO P., ICKOWICZ A., LECOMTE P., 2002. Environmental stress on N'Dama cattle under tropics (Senegal): implications on production and traditional management. In: Proc. ADSA/ASAS joint meeting, Quebec City, Canada, 21-25 July 2002, p. 306.
10. FALL A., DIOP M., SANDFORD J., WISSOCQ Y. J., DURKIN J., TRAIL J.C.M., GUEYE E., 1982. Evaluation of the productivities of Djallonke sheep and N'Dama cattle at the Centre de recherches zootechniques, Kolda, Senegal. Addis Ababa, Ethiopia, ILCA, p. 70.
11. FAUGERE O., 1986. La méthodologie du suivi individuel des performances animales : l'exemple du programme « Pathologie et productivité des petits ruminants en milieu traditionnel ». In : Landais E., Faye J. Ed., Méthodes pour la recherche sur les systèmes d'élevage en Afrique intertropicale. Maisons-Alfort, France, Cirad-lemvt, p. 519-578. (Coll. Etudes et synthèses n° 20)
12. GEARHART M.A., CURTIS C.R., ERB H.N., SMITH R.D., SNIFFEN C.J., CHASE L.E., COOPER M.D., 1990. Relationship of changes in condition score to cow health in Holsteins. *J. Dairy Sci.*, **73**: 3132-3140.
13. GODET G., LANDAIS E., POIVEY J.P., AGABRIEL J., MAWUDO W., 1981. La traite et la production laitière dans les troupeaux villageois sédentaires au nord de la Côte d'Ivoire. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **34** : 63-71.
14. GUERIN H., RICHARD D., DUCHE A., LEFEVRE P., 1990. Composition chimique des fèces de bovins, d'ovins et de caprins exploitant des parcours naturels ou agro-pastoraux sahélo-soudaniens : utilisation pour estimer la valeur nutritive de leur régime. *Reprod. Nutr. Dév.*, suppl. 2 : 167s-168s.
15. GUERIN H., SALL C.H., FRIOT D., AHOKPE B., NDOYE A., 1986. Eléments d'une méthodologie pour le diagnostic de l'alimentation des ruminants domestiques dans un système agro-pastoral : l'exemple des villages de Thyse-Kaymor et Sonkorong au Sine-Saloum, Sénégal. In : Landais E., Faye J. Ed., Méthodes pour la recherche sur les systèmes d'élevage en Afrique intertropicale. Maisons-Alfort, France, Cirad-lemvt, p. 299-324. (Coll. Etudes et synthèses n° 20)
16. HEUER C., SCHUKKEN Y.H., DOBBELAAR P., 1999. Postpartum body condition score and results from the first test day milk as predictors of disease, fertility, yield, and culling in commercial dairy herds. *J. Dairy Sci.*, **82**: 295-304.
17. HOSMER D.W., LEMESHOW S., 2000. Applied logistic regression, 2nd Edn. New-York, NY, USA, JW Sons, 373 p.
18. ICKOWICZ A., MBAYE M., 2001. Forêts soudanaises et alimentation des bovins au Sénégal : potentiel et limites. *Bois Forêts Trop.*, **270** : 47-61.
19. ICKOWICZ A., RICHARD D., USENGUMUREMYI J.C., 1999. Estimation of organic matter transfers by cattle in a Senegalese village. In: Eldridge D., Freudenberger D. Eds, Vth International Rangeland Congress, Townsville, Queensland, Australia, 19-23 July 1999, p. 500-502.
20. ICKOWICZ A., USENGUMUREMYI J.C., RICHARD D., COLLEIE F., DUPRESSOIR D., 1998. Interactions entre jachère et systèmes d'alimentation de bovins : choix techniques et dynamique de développement (zone soudanienne, Sénégal). In: Floret C., Pontanier R. Eds, Actes de l'atelier Jachère et systèmes agraires, Niamey, Niger, p. 124-138.
21. ITTY P., ZINSSTAG J., ANKERS P., NJIE M., PFISTER K., 1997. Returns from strategic anthelmintic treatments in village cattle in the Gambia. *Prev. vet. Med.*, **32**: 299-310.
22. KNOPF L., KOMOIN-OKA C., BETSCHAT B., JONGEJAN F., GOTTSTEIN B., ZINSSTAG J., 2002. Seasonal epidemiology of ticks and aspects of cowdriosis in N'Dama village cattle in the Central Guinea savannah of Côte d'Ivoire. *Prev. vet. Med.*, **53**: 21-30.
23. LANCELOT R., FAYE B., JUANES X., NDIAYE M., PEROCHON L., TILLARD E., 1998. La base de données Baobab : un outil pour modéliser la production et la santé des petits ruminants dans les systèmes d'élevage traditionnels au Sénégal. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **51** : 135-146.
24. LEHENBAUER T.W., OLTJEN J.W., 1998. In: Symposium on dairy farms in transition - dairy cow culling strategies : Making economical culling decisions. *J. Dairy Sci.*, **81**: 264-271.
25. LEPPERRE P., DWINGER R.H., RAWLINGS P., JANNEH L., ZURCHER G., FAYE J., MAXWELL J., 1992. Etude des paramètres zootechniques de la race Ndama en milieu traditionnel villageois en Gambie. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **45** : 55-62.
26. LESNOFF M., LANCELOT R., TILLARD E., FAYE B., 2001. Analyse comparative de la productivité des cheptels de petits ruminants en élevage extensif tropical : une nouvelle approche par les modèles matriciels en temps discret. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **54** : 69-80.
27. LOWMAN B.G., 1985. Feeding in relation to suckler cow management and fertility. *Vet. Rec.*, **117**: 80-85.
28. MARGERISON J.K., PRESTON T.R., PHILLIPS C.J.C., 2002. Restricted suckling of tropical dairy cows by their own calf or other cows' calves. *J. Anim. Sci.*, **80**: 1663-1670.
29. MEYER C., DENIS J.P., 1999. Elevage de la vache laitière en zone tropicale. Montpellier, France, Cirad, 314 p. (Coll. Techniques)
30. MOURAD M., MAGASSOUBA B., 1996. Causes de mortalité des bovins de race N'Dama sur le plateau du Sankaran, Faranah, Guinée en 1993-1994. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **49** : 289-293.
31. NDAO M., PANDEY V.S., ZINSSTAG J., PFISTER K., 1995. Effect of a single dry season anthelmintic treatment of N'Dama cattle on communal pastures in the Gambia. *Vet. Res. Commun.*, **19**: 205-213.
32. NJIE M., AGYEMANG K., 1991. Performance of a station-managed N'Dama herd in the Gambia. *Trop. Anim. Health Prod.*, **23**: 45-54.
33. OSIUS G., ROJEK D., 1992. Normal goodness-of-fit tests for multinomial models with large degrees-of-freedom. *J. Am. stat. Assoc.*, **87**: 1145-1152.
34. PAGOT J., 1958. Influence en zone tropicale de l'amélioration des conditions d'entretien sur le rendement d'un troupeau de taurins. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **11** : 213-222.
35. PATTERSON D.J., PERRY R.C., KIRACOFÉ G.H., BELLOWS R.A., STAIGMILLER R.B., CORAH L.R., 1992. Management considerations in heifer development and puberty. *J. Anim. Sci.*, **70**: 4018-4035.
36. RICHARD D., AHOKPE B., BLANFORD V., POUYE B., DIALLO O.B., Cisse K., 1991. Utilisation des zones agricoles et pastorales par les ruminants en zone soudanienne (Moyenne Casamance, Sénégal). In: (Eds.), IVth International Rangeland congress, Montpellier, France, 22- 26 April 1991, p. 754-756.
37. RICHARD D., GUERIN H., ROBERGE G., FRIOT D., 1989. La consommation de matière sèche de fourrages disponibles en zone tropicale. In: XVI Congrès international des herbages, Nice, France, 4-11 octobre 1989, p. 795-796.
38. SATEC, 1973. Etude et définition d'un programme d'intervention en faveur de l'élevage en Casamance. Paris, France, Fond européen de développement de la Communauté économique européenne, SATEC.
39. TUAH A.K., DANSO Y.N., 1985. Preliminary studies on the performance and productivity indices of N'Dama, West African Shorthorn cattle in Ghana. *Trop. Anim. Health Prod.*, **17**: 114-120.
40. USENGUMUREMYI J.C., 1997. Contribution à l'étude des parcours des ruminants et la gestion des terroirs en Afrique subhumide par l'utilisation des systèmes d'information géographique (SIG) : cas de la zone agro-pastorale de Moyenne Casamance au Sénégal. Thèse Doct. vét., université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal, p. 107.
41. ZINSSTAG J., ANKERS P., ITTY P., NJIE M., KAUFMANN J., PANDEY V.S., PFISTER K., 1997. Effect of strategic gastrointestinal nematode control on fertility and mortality of N'Dama cattle in the Gambia. *Vet. Parasitol.*, **73**: 105-117.

Résumé

Ezanno P., Ickowicz A., Faye B. Paramètres démographiques des bovins N'Dama en milieu pastoral extensif dans le sud du Sénégal

L'objectif de cette étude a été de décrire les paramètres démographiques des bovins N'Dama en élevage extensif dans le sud du Sénégal. Le suivi zootechnique a eu lieu de 1993 à 1998. Les mises bas, les cas de mortalité, les entrées et les sorties du troupeau ont été relevés individuellement. L'état corporel a été noté mensuellement pour chaque vache de plus de trois ans. Des régressions logistiques ont été ajustées sur un pas de temps mensuel pour estimer les probabilités de gravidité, de mortalité, et d'entrée et de sortie du troupeau. Le taux de gravidité dépendait de la taille du troupeau, de la saison et de l'état corporel des vaches. Excepté en saison sèche chaude, il a été deux fois plus élevé chez les vaches ayant eu une note supérieure à 2,5 points pendant deux mois consécutifs que chez les autres vaches. Il a été plus élevé en saison des pluies dans les grands troupeaux et en saison sèche fraîche dans les petits troupeaux. La mortalité a diminué avec l'âge, avec une mortalité mensuelle adulte inférieure à 0,3 p. 100. La survie des veaux dépendait du lait disponible, représenté ici par des variables reliées aux pratiques des éleveurs (taille du troupeau), à l'environnement et à la mère (parité, état corporel à la mise bas). Entre la naissance et trois ans, la mortalité mensuelle a varié de 0,002 à 0,06. Les taux d'entrée et de sortie des grands troupeaux ont été supérieurs à ceux des petits troupeaux, dans lesquels l'objectif principal a été la croissance démographique du troupeau. Les flux d'animaux ont eu lieu principalement pendant la saison sèche fraîche.

Mots-clés : Bovin N'Dama – Mortalité – Fertilité – Elevage extensif – Sénégal.

Resumen

Ezanno P., Ickowicz A., Faye B. Parámetros demográficos del ganado N'Dama criado bajo condiciones de manejo extensivas en el sur de Senegal

El objetivo del presente estudio es el de describir los parámetros demográficos del ganado N'Dama criado bajo condiciones de manejo extensivas en el sur de Senegal. El estudio se llevó a cabo entre 1993 y 1998. Se registraron individualmente los eventos de entradas y salidas, de número de parto y de la mortalidad. La condición corporal se anotó mensualmente para cada vaca mayor de tres años de edad. Se realizaron modelos de regresión logística a escala mensual, con el fin de estimar las probabilidades de preñez, mortalidad y de entrar y salir del hato. La tasa de preñez estuvo relacionada con el tamaño del hato, estación y condición corporal de la vaca. A excepción de la estación seca y caliente, esta tasa fue dos veces más elevada en las vacas que registraron más de 2,5 puntos durante dos meses consecutivos que las otras vacas. Fue más elevada durante la estación lluviosa en los hatos grandes y en la estación seca y fría en los hatos menores. La mortalidad disminuyó con la edad, con una mortalidad adulta mensual menor de 0,3%. La supervivencia del ternero estuvo relacionada con la oferta de leche, representada en este estudio por variables concernientes a las prácticas de los finqueros (tamaño del hato), el medio ambiente y la hembra (número de parto y condición corporal al parto). Entre el nacimiento y los tres años de edad, la mortalidad varió entre 0,002 y 0,06. Las tasas de entrada y salida del hato fueron superiores en los hatos grandes que en los pequeños, en los cuales el principal objetivo de la cría fue el crecimiento demográfico del hato. Los intercambios se dieron principalmente durante la estación seca y fría.

Palabras clave: Ganado bovino N'Dama – Mortalidad – Fertilidad – Ganadería extensiva – Senegal.

**Pour annonces,
communications, publicités diverses**

For advertising, notices, various information

concernant
related to

Colloques, Congrès
Enseignement, Formation
Production de médicaments, Vaccins
Gestion, Administration de l'élevage
Production d'aliments pour animaux, etc.

*Symposia, Conferences, Teaching, Training
Medicine and Vaccine Production
Livestock Management
Feed Production, etc.*

dans
in

**Revue d'élevage et de médecine vétérinaire
des pays tropicaux**

s'adresser au :
please contact:

Cirad-emvt
TA30/D
34398 Montpellier Cedex 5
France

téléphone +33 (0)4 67 59 38 17
télécopie +33 (0)4 67 59 37 97 (fax)

Production et transformation du lait en région agropastorale au Sénégal : cas de la zone périurbaine de Kolda

M. Ba Diao ^{1*} C.D. Senghor ²
B. Diao ³ E. Thys ⁴

Mots-clés

Bovin – Lait – Commercialisation – Traitement – Budget – Rentabilité – Sénégal.

Résumé

Au Sénégal, l'installation d'étables laitières privées autour des grands centres urbains a été encouragée depuis 1982. Ceci fut également le cas dans la région de Kolda. Dans le but d'analyser la filière, une étude a été réalisée de mai à septembre 2000, combinant la méthode de budget partiel au niveau de la production et un diagnostic participatif impliquant 114 intervenants pour analyser les différentes composantes de la filière. En dépit de plusieurs années de vulgarisation, seulement 3 p. 100 des vaches laitières ont été concernées par la stabulation partielle de saison sèche. L'analyse du budget partiel a pourtant montré que l'opération était rentable, laissant, après soustraction de la valeur de l'autoconsommation, un disponible de 17 532 Fcfa ou de 8 907 Fcfa par vache, selon que le producteur commercialisait le lait lui-même ou non. La majorité de la production est passée par le système traditionnel de transformation (lait caillé et huile de beurre). Les unités de transformation artisanales de la région, dont une fromagerie, n'auraient ainsi drainé que 13 p. 100 de la production de la saison sèche et 8 p. 100, de celle de la saison des pluies. La fraîcheur des produits pasteurisés de ces unités ne pouvait être garantie au-delà d'une semaine ce qui a limité l'accès aux grands marchés. A chaque échelon, les contraintes et les opportunités ont été analysées afin d'améliorer la dynamique de la filière lait.

■ INTRODUCTION

En Afrique sahélienne, le développement des villes, consécutif à l'accroissement démographique et à l'exode rural, rend de plus en plus difficile leur approvisionnement en produits alimentaires en général et en produits laitiers en particulier. Dans la plupart des pays, cette demande accrue entraîne une augmentation des importations. Cependant, cette solution devient de plus en plus difficile à mettre en œuvre compte tenu de la hausse des coûts d'importation (14).

Pour limiter la dépendance du Sénégal vis-à-vis de ces importations, l'Etat a encouragé, depuis 1982, l'installation d'étables laitières privées autour des grands centres urbains (1). Cette option, qui reposait sur l'importation et l'exploitation des races laitières exotiques, a vite montré ses limites (4). D'autres initiatives ont vu le jour au début des années 1990. Qu'ils s'agissent de l'organisation des circuits de collecte du lait (cas du projet Nestlé à Dahra), du programme d'insémination artificielle bovine (cas du Projet d'appui à l'élevage, Papel), tous ces programmes ne se sont intéressés qu'à un seul maillon de la filière. Or, l'enjeu des études sur le lait réside dans l'analyse de la diversité au sein de chaque maillon de la filière et de l'importance des interconnexions et des flux entre acteurs de la filière (15). Il est également connu qu'une filière aussi longue que peut être la filière laitière représente un réel support de développement des zones rurales, pour peu que soient réunies les conditions nécessaires à la production et à la transformation du lait (6, 7). L'analyse de filière constitue dès lors un outil puissant pour dresser un diagnostic des activités en cours (3).

1. Isra/Lnerv, BP 3120, Dakar, Sénégal

2. Performances Management Consulting, BP 22 352, Dakar Ponty, Sénégal

3. Sud-Vetagro, BP 139, Kolda, Sénégal

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

* Auteur pour la correspondance

Tél. : +221 832 36 78 ; fax : +221 832 21 18 ; e-mail : mbadio@sentoosn

Dans la région de Kolda, les actions conjuguées de différents programmes de recherche et de développement réalisées, d'une part, par la Sodefitex ¹ et l'Isra-Crz ² (9), et, d'autre part, par le Primoca ³ ont permis d'accroître la production laitière en saison sèche pour l'autoconsommation et la commercialisation autour des villes de cette région. L'augmentation des quantités de lait mises en marché y a favorisé l'émergence d'unités artisanales de transformation de lait (9, 15).

Le présent travail a eu pour objectif d'analyser les contraintes et opportunités de développement de cet embryon de filière structurée. L'accent a été mis sur les liens horizontaux et verticaux qui existaient entre les agents économiques, sur le degré de coordination entre les intervenants et sur les différentes interactions. En amont, ont été analysés les systèmes de production en présence et les gains attendus des actions d'amélioration. En aval, ont été caractérisés les modes de transformation et de commercialisation du lait par les éleveurs, et les unités artisanales pour clarifier leurs options respectives retenues.

■ MATERIEL ET METHODES

Site d'investigation

La zone d'étude a été circonscrite dans un rayon de 15 à 25 km autour des villes de Kolda, Sédhiou et Vélingara qui sont respectivement les chefs-lieux des départements de même nom. Ces trois départements forment la région de Kolda (figure 1) qui fait partie

¹ Société de développement des fibres textiles

² Centre de recherches zootechniques de l'Institut sénégalais de recherches agricoles

³ Projet intégré pour la Moyenne Casamance

de l'entité agroécologique de la Casamance, zone la plus arrosée du Sénégal (800 à 1 200 mm par an). La région offre un paysage de plateaux drainés par un réseau hydrographique saisonnier, couvert par une forêt à feuilles caduques, des taillis de combrétacés et, par endroits, des peuplements de bambous. La strate herbacée contient un tapis dense de graminées vivaces.

Deuxième région pour l'élevage, Kolda compte 18 p. 100 du cheptel bovin du pays (10). L'élevage de la race taurine Ndama est intégré à l'agriculture dans un système de production agropastoral de type traditionnel. L'essentiel de l'alimentation provient des pâturages naturels, mais les pratiques culturales permettent d'offrir au bétail des sous-produits de récolte et de transformation agro-industrielle (fane d'arachide, tiges de mil et de maïs, graine de coton, tourteau de sésame). La prophylaxie sanitaire se limite à la campagne nationale de vaccination contre la péripneumonie contagieuse bovine. Sa population, dispersée en petits villages, est en majorité composée de Peuls sédentarisés de longue date.

Méthodologie

La méthode de diagnostic participatif (12) a été appliquée pour réaliser un état des lieux des différents maillons de la filière lait et pour effectuer une revue des contraintes socioéconomiques et technologiques ainsi que des opportunités de développement de la filière. Les informations ont été recueillies par une équipe pluridisciplinaire grâce à des enquêtes et entretiens participatifs réalisés de mai à septembre 2000. Les guides d'entretiens semi-directifs utilisés n'ont pas entravé la libre expression des interviewés, ils ont plutôt évité les digressions.

Au total, cent quatorze personnes ont été rencontrées, soit individuellement, soit en groupes. Il s'agissait de producteurs, transformateurs, vendeurs de lait, mais également de représentants des

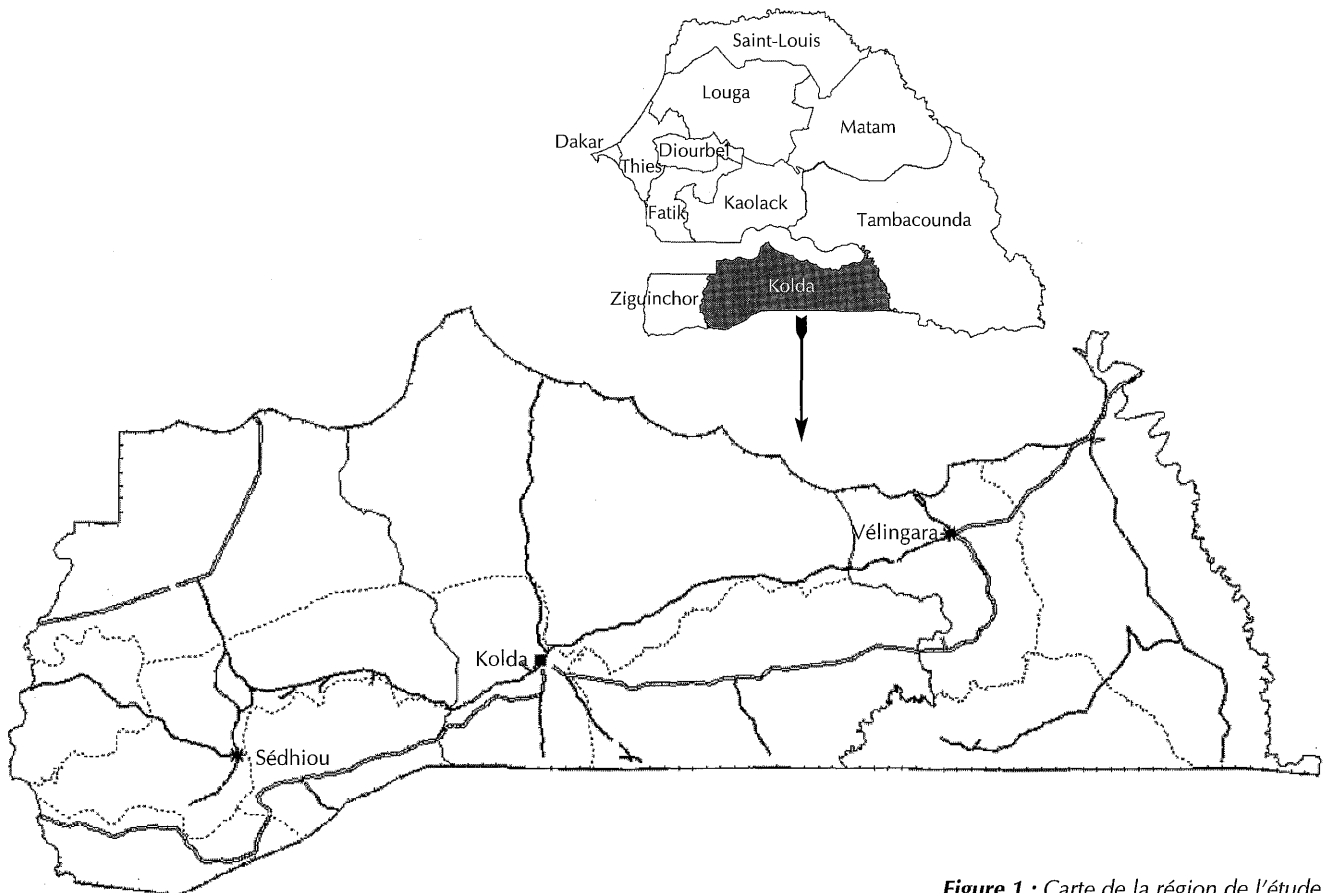


Figure 1 : Carte de la région de l'étude.

structures d'encadrement, de recherche ou de crédit présentes dans la région. Par la méthode du budget partiel, la rentabilité des opérations de stabulation a été évaluée pour une durée de trois mois sur un échantillon de 15 producteurs, 12 autres producteurs ayant servi de témoins. Les six unités de transformation en activité dans la région ont été visitées. Leur mode d'organisation et de fonctionnement a été analysé, la saisonnalité de la quantité de lait réceptionnée évaluée. La rentabilité financière de l'unité de transformation qui possédait l'organisation la plus structurée a été étudiée. La structure des prix des produits laitiers a été étudiée tout le long de la filière.

■ RESULTATS ET DISCUSSION

La figure 2 donne une indication des différentes relations existant au sein de la filière des produits locaux dans la région de Kolda.

Caractérisation des systèmes de production

Le lait a été produit essentiellement par des troupeaux traditionnels de race Ndama. Le pâturage naturel a été la principale source alimentaire des animaux. Très peu de vaches (moins de 3 p. 100) ont été concernées par la technique de stabulation partielle en saison sèche. En moyenne, deux à trois couples veaux-vaches en production ont été complétés par troupeau. La quantité de graines de coton distribuées après le pâturage a été en moyenne de 1,5 kg par vache par jour. Le tableau I montre que les vaches complétées ont produit deux fois plus de lait que celles qui n'ont pas reçu de complément (1,57 l/jour contre 0,71 l/jour en moyenne pendant trois mois). Le budget partiel (tableau I) a mis en évidence la rentabilité de ce type d'opération. La complémentation a permis de disposer d'un revenu de 8 907 Fcfa par vache, sans prendre en compte la valeur de l'autoconsommation qui a été de 18,6 p. 100.

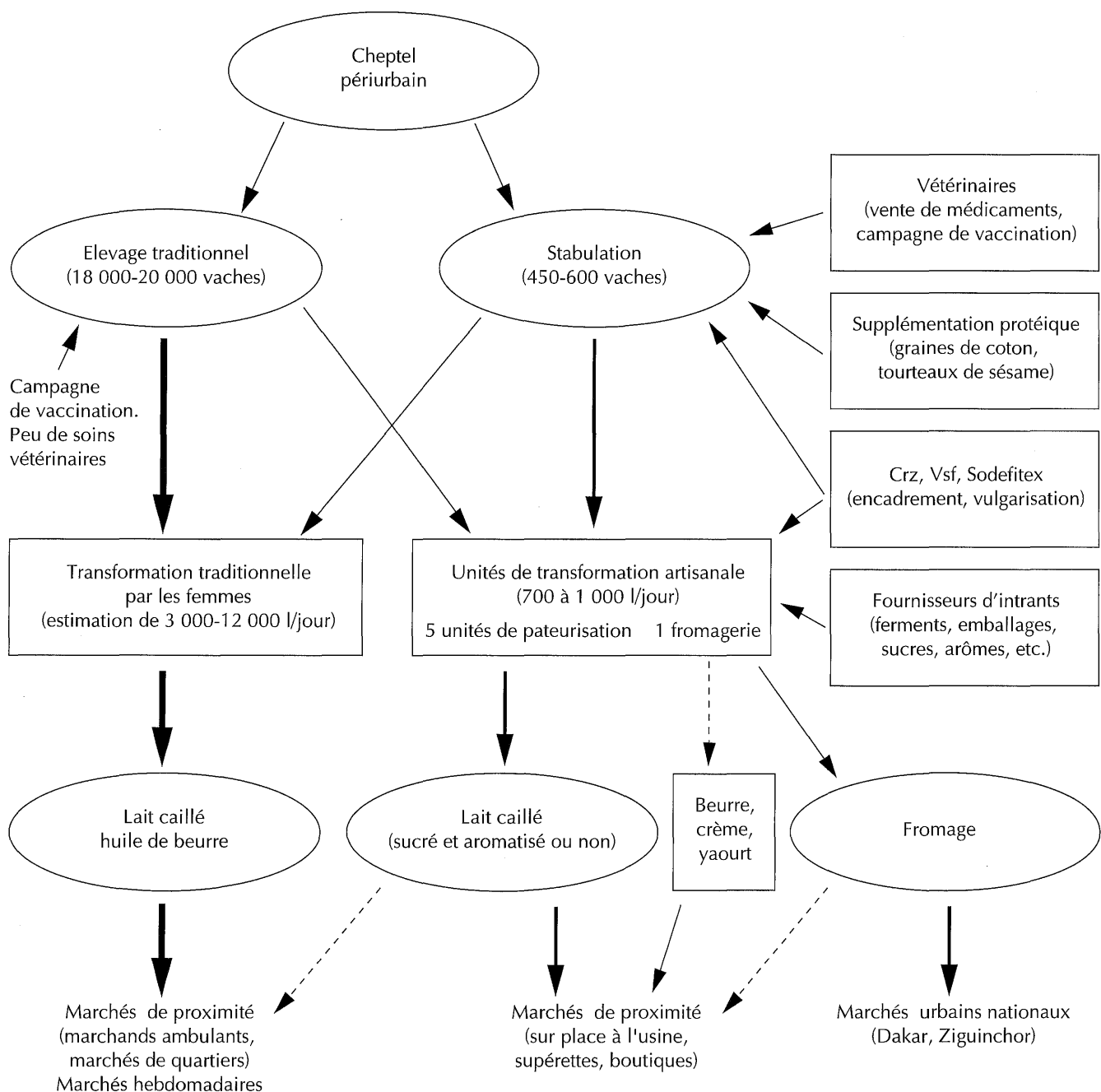


Figure 2 : Schéma global de la filière lait et interrelations entre acteurs dans les zones périurbaines de Kolda (Source : enquêtes 2000).

Tableau I

Budget partiel des opérations (complémentation vs sans complémentation) en saison sèche

| Rubrique | Complémentation | |
|---|-----------------|--------|
| | avec | sans |
| Nombre de producteurs | 15 | 12 |
| Vaches traites/producteur | 2,8 | 3,7 |
| Production laitière totale par vache | 141,2 | 64,0 |
| Autoconsommation (litres) | 26,2 | 28,0 |
| Commercialisation (litres) | 115,0 | 36,0 |
| Prix au producteur (Fcf/a/l) | 200 | 200 |
| Données par vache (Fcf/a) | | |
| Produits | 28 240 | 12 800 |
| Valeur autoconsommation (VA) | 5 240 | 5 600 |
| Valeur commercialisation (VC) | 23 000 | 7 200 |
| Coûts variables monétaires | 11 272 | 1 939 |
| Alimentation | 10 273 | 0 |
| Produits vétérinaires | 470 | 160 |
| Livres de lait | 529 | 529 |
| Berger | 0 | 1 250 |
| Coûts d'opportunité variables (mobilisation de la main d'œuvre) | 2 821 | 0 |
| Charges variables totales | 14 093 | 1 939 |
| Marge brute (MB) | 14 147 | 10 861 |
| Dotation aux amortissements (DA) | 1 570 | 0 |
| Revenu net (RN) | 12 577 | 10 861 |
| Revenu disponible (par vache) (RD) | 8 907 | 5 261 |
| Prix de revient par litre | 117,6 | 30,3 |
| Revenu disponible par litre de lait produit | 63 | 82 |
| Revenu disponible par producteur (Fcf/a) | 25 060 | 19 480 |

Source : données d'enquêtes (2000)

NB : RN = MB - DA ; RD = MB - VA

Ces gains financiers par vache ont pu être doublés (17 532 Fcf/a) chez des producteurs qui ont vendu directement leur lait sur le marché à 275 Fcf/a le litre.

A ces résultats financiers, il fallait ajouter la production de fumier destiné à l'amélioration de la fertilité des sols, les gains de poids observés chez les vaches (120 g/j) et les veaux (110 g/j) et la réduction de l'intervalle entre vêlages (5,8). La stabulation a donc eu des objectifs multiples : assurer une production de lait et de fumier de qualité tout en préservant la fonction de reproduction (9).

Toutefois, ces résultats auraient pu être améliorés au regard des observations de terrain. Les étables visitées ont été conçues pour la production de fumure organique et la stabulation d'animaux de trait, mais les abreuvoirs n'ont pas été prévus, alors que la production laitière exigeait un accès permanent à l'eau. De même, la période optimale pour la stabulation laitière n'a pas été respectée, les intrants n'ayant pas été disponibles sur le marché au moment le plus favorable pour le démarrage de la stabulation (janvier-février). Les producteurs ont également été confrontés au problème d'accès aux sous-produits, n'ayant pas eu les moyens de financer eux-mêmes un stock suffisant de graines de coton. L'apport en

graines de coton recommandé de deux kilogrammes par vache et par jour (8) n'a pas été suivi, d'où des résultats très variables selon les exploitations (production par vache d'un à trois litres, voire moins d'un litre et tarissement de vaches assez fréquent). Le faible nombre de vaches en stabulation a augmenté le coût de la main d'œuvre (2 821 Fcf/a par vache). Ce coût pourrait être réduit avec l'augmentation du nombre de femelles complémentées (9).

Plusieurs raisons ont expliqué la faible pratique de la stabulation, en dépit de plusieurs années de vulgarisation de cette technique. L'absence de produits financiers adaptés permettant aux éleveurs de financer leurs investissements (constructions d'étables, achat et constitution éventuels de stocks d'intrants de supplémentation, etc.), la faible tradition entrepreneuriale chez les éleveurs et le caractère encore incertain des gains attendus de la production de lait par la pratique de la stabulation ont été autant de facteurs qui ont expliqué la faible appropriation de cette technique. Par ailleurs, la faiblesse des liens avec les unités de transformation, qui ne pouvaient, en l'absence de maîtrise des marchés, se risquer à formaliser avec les producteurs de lait des contrats leur assurant une sécurité d'écoulement de leur production, a été un facteur de taille.

La production laitière a donc été pratiquée dans le cadre d'une économie tournée vers l'autoconsommation et les échanges locaux (13). Le lait s'est bien prêté à cette double fonction d'alimentation quotidienne de la famille et de vente en de petites quantités au marché hebdomadaire ou en ville. Il a été mis en marché par de petits producteurs qui ont présenté ainsi une offre atomisée, soit directement aux consommateurs, soit par des intermédiaires.

Organisation de la collecte et de la transformation

Une grande partie de la production locale périurbaine (77 p. 100 en saison sèche et 92 p. 100 en saison des pluies) serait passée par le système traditionnel de transformation. Les acteurs étaient des femmes d'éleveurs et des femmes transformatrices résidant en ville. Les produits finis ont été le lait caillé et l'huile de beurre.

Les unités de transformation n'ont drainé qu'une faible partie du lait local mis en marché. Le tableau II montre que leur capacité a été assez faible, seules deux d'entre elles ont dépassé les cent litres de lait par jour. Les techniques de transformation utilisées ont été artisanales avec, cependant, un souci de respect des règles minimales d'hygiène (sensibilisation des éleveurs sur l'hygiène à la traite, contrôle du lait à la livraison à l'unité, nettoyage et désinfection des récipients de collecte du lait). Les produits proposés par ces unités, excepté la fromagerie de Sédhiou, ont été limités au lait caillé et à l'huile de beurre produite à partir de crème de lait prélevé (1,1 p. 100 par litre), après le barattage manuel et la cuisson. Le lait caillé a été proposé nature ou aromatisé, sucré ou non, en sachets d'un quart de litre ou d'un demi-litre.

La fromagerie Ajapds à Sédhiou est apparue comme l'unité la plus importante et la plus moderne. Une gamme assez large de fromages y était produite (12 types), mais deux produits ont fait plus de 70 p. 100 des ventes : la mozzarella, en général utilisée pour la fabrication de pizzas, et l'italico, fromage ressemblant à l'emmental.

Un facteur important de la production laitière a été son caractère saisonnier très prononcé, nettement lié aux caractéristiques climatiques. Ceci a permis de distinguer deux périodes institutionnalisées par la fromagerie en accord avec les producteurs :

– une période de haute lactation correspondant à la saison des pluies, caractérisée par une abondance fourragère qui dure de juillet à novembre. Au cours de cette période, où les excédents de production ont été fréquents, le litre de lait livré a été payé 150 Fcf/a. C'était une période favorable à la fromagerie qui a pu atteindre le maximum de sa capacité de production (500 l/j),

Tableau II
Caractéristiques des différentes unités de transformation

| Localité | Nom de l'entreprise (année de création) | Niveau de collecte (litres/jour) | | Organisme d'appui | Produit transformé | Marché |
|-----------|--|---|-------------------|----------------------|--|---|
| | | Saison sèche | Saison des pluies | | | |
| Kolda | Le berger (1996) | 80 | 50-60 | Ong Vsf/Sodefitex | Lait caillé sucré, non sucré | Marché urbain de Kolda |
| | Le fermier (1998) | 200 | 150 | Néant | Lait caillé sucré aromatisé, huile de beurre | Marchés de Kolda, Diaobé, Ziguinchor, |
| | Teesitoo (1998) | 80 | 50-60 | Sodefitex | Lait caillé sucré et non sucré | Marché de Kolda |
| | Kaggu (1998) | Arrêt en 2000, mais reprise des activités en fin 2002 | | | | |
| Sédhiou | Fromagerie Ajapds (1996) | 100-250 | 450-500 | Primoca | Fromage (beurre, lait caillé, yaourt) | Marchés de Dakar, Sédhiou, Ziguinchor |
| Vélingara | Pinnal Fouladou (1997) | 60 | 50 | Fongs | Lait caillé sucré et non sucré | Marché de Vélingara |
| | Unité Bouba Sow (1999) | 70 | 50-60 | Néant | Lait caillé sucré et non sucré | Marchés de Vélingara, Diaobé |

Source : données d'enquêtes (2000)

NB : Diaobé est un marché hebdomadaire sous-régional qui polarise outre le Sénégal, la Gambie, la Guinée et la Guinée Bissau

au contraire des autres unités de pasteurisation qui ont été fortement concurrencées par la transformation traditionnelle parce qu'elles ont produit la même denrée, le lait caillé (5) ;

– une période de basse lactation en saison sèche, où le prix du litre est monté à 175 Fcfa au producteur. C'était une saison difficile pour la fromagerie qui a eu du mal à atteindre les cent litres par jour, surtout à partir du mois de mars. Par ailleurs, les prix offerts par les consommateurs directs (250 à 300 Fcfa le litre) ont induit un afflux de lait vers le circuit informel de commercialisation qui a contribué à amplifier la chute des quantités collectées par la fromagerie.

Le tableau III donne des indications sur les résultats économiques de cette entreprise en 1999. L'unité a acheté 44 500 l de lait à un prix moyen de 157,3 Fcfa le litre livré à l'usine. La marge brute obtenue a montré que les charges financières ont été à peine couvertes. Le bilan aurait été largement négatif s'il avait été tenu compte de l'amortissement du matériel de transformation (offert gracieusement au groupement de producteurs) et du véhicule (prêté au groupement). L'analyse des dépenses a montré qu'il y aurait eu pléthore de personnel (26 p. 100 des charges totales). Dix personnes ont eu en charge la transformation et la commercialisation de 160 l en moyenne par jour de collecte. Des économies auraient pu être faites à ce niveau comme dans d'autres postes de dépense, par exemple celui du carburant pour le transport. Des analyses économiques sur une période de 10 années (15) ont montré que la rentabilité financière totale de ce genre d'unité ne pouvait être atteinte qu'à partir d'une transformation d'au moins 500 l par jour (pour 300 jours ouvrables). Le niveau actuel de transformation a donc été faible et, s'il restait en l'état, il ne permettrait pas à l'avenir à la fromagerie de se maintenir et de renouveler son matériel de production.

Commercialisation

Dans le circuit traditionnel, le lait caillé était vendu en ville directement au consommateur ou par un intermédiaire, à l'aide d'une calebasse en forme de louche ou de petit pot en plastique dont la contenance a été très variable (de 50 à 125 ml). Les femmes d'éleveurs faisaient le porte-à-porte ou avaient des emplacements fixes dans les marchés. Les formatrices de la ville vendaient à domicile. Le tableau IV montre que, dans l'ensemble, les prix de Kolda ont été supérieurs à ceux de Sédhiou. Dans le système de vente directe, les bénéficiaires ont pu être importants, aussi bien en lait caillé qu'en huile de beurre. En revanche, la vente à des revendeurs ou aux usines de transformation a été moins rentable. Dans la ville de Kolda, les marges ont pu aller de 48 à 223 Fcfa par litre de lait. Une première analyse a montré qu'au litre de lait c'était l'éleveur qui faisait le plus grand bénéfice, surtout si la vente était directe, sans intermédiaire. Cependant, cette position était très fragile, notamment à cause du coût des intrants alimentaires (50 Fcfa/kg de graines de coton en 1997, 75 Fcfa/kg en 2000 et 120 Fcfa/kg en 2003).

Dans ce système, s'est également posé le problème de la qualité des produits, des conditions d'hygiène au niveau de la transformation et de la vente. L'huile de beurre s'est conservée en revanche plus longtemps (des semaines, voire des mois) et a emprunté généralement un circuit de commercialisation plus long. Les centres urbains éloignés, notamment Dakar, ont été la destination finale. La rareté du produit et les possibilités de conservation ont expliqué son prix élevé dans la zone de production.

Au niveau des unités de transformation, la pasteurisation a permis de mettre sur le marché domestique des produits de qualité

Tableau III

Analyse économique d'une fromagerie artisanale - exercice 1999

| Rubrique | Montant (Fcfa) |
|--|----------------|
| Charges | |
| Achat lait frais | 7 000 250 |
| Ferments | 600 750 |
| Emballages sulfuriques | 600 000 |
| Gaz | 540 000 |
| Electricité | 1 050 000 |
| Eau | 45 000 |
| Carburant | 1 224 000 |
| Personnel | 4 140 000 |
| Divers (location boutique, frais de commercialisation, etc.) | 600 000 |
| Total charges financières | 15 800 000 |
| Total charges par litre | 355 |
| Prix d'achat du lait par litre | 157,3 |
| Coût de la transformation par litre | 197,7 |
| Recettes | |
| Fromages | 15 200 000 |
| Crème fraîche | 225 000 |
| Beurre | 438 900 |
| Yaourt | 64 900 |
| Total recettes | 15 928 800 |
| Total recettes par litre de lait | 357,9 |
| Marge brute totale | 128 800 |
| Marge brute par litre transformé | 2,9 |

Source : données d'enquêtes (2000)

supérieure aux produits traditionnels et appréciés par les consommateurs. En effet, une enquête réalisée dans 130 ménages dans les villes de Kolda et de Vélingara a révélé la préférence des populations pour le lait caillé pasteurisé (2). Leur critère d'appréciation a été l'hygiène apportée au niveau de la transformation et le mode de conditionnement (ensachage). La commercialisation s'est faite par des glaciers pour garder le produit à l'abri de la chaleur. Cependant, le caractère encore artisanal des unités et leurs équipements de production sommaires n'ont pas donné une qualité suffisante pour commercialiser les produits dans des circuits longs et distants, lesquels exigeaient une garantie de conservation d'au moins 21 jours (15). Les unités existantes n'ont pu garantir leurs produits au-delà d'une semaine de conservation sous froid et la standardisation du produit (acidité, texture) n'a pas été assurée. Le commerce des produits laitiers transformés au niveau des unités artisanales a donc été celui de proximité. Les unités installées ont visé essentiellement les marchés domestiques urbains (Sédhiou, Kolda, Vélingara et, épisodiquement, Diaobé). Elles ont cherché à satisfaire une demande locale non encore saturée, sans effort apparent de commercialisation dont les frais étaient, par ailleurs, réduits. La faiblesse des quantités produites ne les a guère obligées à entreprendre des efforts pour pénétrer des marchés plus lointains impliquant des frais de transport.

Cependant, l'implantation de ces produits aurait pu être durable en milieu urbain si on en avait amélioré la qualité car, au niveau des prix, la comparaison avec les produits à base de lait en poudre venant de Dakar a été largement en faveur des produits locaux (tableau V). De même, les efforts de respect de protocole de

Tableau IV

Formation des prix dans la filière lait à Kolda en saison sèche (2000)

| Lieu | Fcfa/l de lait ou Fcfa/kg de fromage | |
|---|--------------------------------------|--|
| | Zone périurbaine de Kolda | Zone périurbaine de Sédhiou |
| Prix de revient au niveau producteur | | |
| Sans stabulation | 30,3 | n.d. |
| Avec stabulation | 117,6 | n.d. |
| Vente au voisinage, au colporteur (lait frais cru) | 175 | 125-150 |
| Vente et livraison à des abonnés revendeurs en ville (lait cru) | 200 | 150-175 |
| Vente directe par femmes en ville | | |
| Lait caillé | 300-350 | 250-300 |
| Huile de beurre | 1 500-1 800 | 1 500 |
| Vente à l'unité de pasteurisation | 200 | 157,3 |
| Coût de transformation à l'unité de pasteurisation | 105-123 ¹ | 197,7 ² |
| Prix de vente sortie unité de transformation (lait caillé) | | |
| Revendeur | 350-400 | 3 300 ³ |
| Consommateur | 400-450 | 3 500-4 000 ³ 550 ⁴ |

Source : données d'enquêtes (2000)

¹ Coût au niveau des unités de pasteurisation et de production de lait caillé² Coût au niveau de la fromagerie³ Prix du kilogramme de fromage⁴ Prix du litre de yaourt

n.d. : non déterminé

Tableau V

Prix de quelques produits laitiers dans la ville de Kolda (2000)

| Produit | Prix au consommateur (Fcfa) |
|---|-----------------------------|
| Lait caillé circuit traditionnel | 300-350 ¹ |
| Lait caillé des unités de pasteurisation | 400-450 ¹ |
| Lait caillé reconstitué <i>niw</i> de Dakar | 800 ¹ |
| Fromage local italico | 350-400 ² |
| Fromage gruyère importé | 750 ² |

Source : données d'enquêtes (2000)

¹ Par litre² Par litre équivalent lait

traitement du lait et le conditionnement ont donné aux produits des unités de transformation un avantage incontestable sur les produits artisanaux traditionnels vendus sur les marchés. Un début de fidélisation réelle était en train d'apparaître en faveur des productions des unités et la concurrence entre ces unités a induit une dynamique de diversification des produits (aromatisation du lait caillé) ; la demande est devenue, dans le même temps, plus exigeante.

Cette dynamique de qualité a rendu les transformateurs plus exigeants pour la qualité du lait collecté et a favorisé une prise de conscience sur la nécessité de l'investissement et de l'amélioration des processus de transformation. Pratiquement tous les transformateurs ont été porteurs de projets d'augmentation de capacité et de modernisation, pour tenter de satisfaire des marchés plus larges avec la demande qui proviendrait des régions limitrophes : Guinée Conakry, Ziguinchor, Tambacounda et Gambie (15).

■ CONCLUSION

Les unités de transformation du lait ont été des maillons essentiels de la filière laitière car ils ont mis à la portée des éleveurs la possibilité d'écouler leur lait. Ces unités ont induit de nouveaux comportements et de nouvelles pratiques chez les éleveurs, et de nouvelles exigences chez les consommateurs. Toutefois, elles ont toutes été de création récente et n'ont pas eu encore la taille critique pour garantir un niveau de production permettant une rentabilité financière et une présence permanente sur les marchés. Un changement d'échelle et de type de marché exigerait des compétences accrues pour la technologie de transformation, le *management* de l'unité et la gestion des problèmes, jusqu'ici inconnus des petits opérateurs : gestion du personnel, ordonnancement de la production et des livraisons, organisation de la distribution et commercialisation. Les innovations technologiques par des investissements seront nécessaires et permettront de garantir une grande

qualité des produits, tout en restant le plus sobre possible dans le choix des équipements. L'alternative est donc soit l'adaptation des unités au nouveau contexte concurrentiel, soit de rester petit et de n'avoir comme perspectives que les marchés urbains de proximité de la région de Kolda.

Cependant, cette transformation souhaitée à l'aval de la filière exige également une amélioration des systèmes de production. Les performances de production laitière se caractérisent par leur forte saisonnalité. Ces tendances impliquent une fragilité du système de production laitière en zone pluviale, puisqu'elle dépend du climat. De plus, les conditions techniques et économiques sous-jacentes à la production laitière (faiblesse des disponibilités fourragères, difficulté d'acquisition des intrants alimentaires, insuffisance du conseil zootechnique, déficit du crédit, faiblesse de la capacité institutionnelle des producteurs) sont autant de contraintes qu'il importe de résoudre. Sinon, les espoirs de génération de revenus sur lesquels reposent les investissements dans les techniques de stabulation et la transformation du lait seraient compromis.

Remerciements

Les auteurs remercient l'ensemble des producteurs de la région de Kolda, les représentants des organisations paysannes, les responsables des projets de développement et des systèmes décentralisés de crédit pour leur disponibilité.

BIBLIOGRAPHIE

1. BA DIAO M., 1996. La production laitière au Sénégal : contraintes et perspectives. In : 3^e journées scientifiques du Réseau biotechnologies animales de l'Aupelf-Uref sur « Reproduction et production laitière », Rabat, Maroc, 26-28 septembre 1995. Tunis, Tunisie, Serviced, p. 63-73.
2. BALDE O., 1999. Etude de marché du lait pasteurisé à Kolda et Vélingara. Rapport de stage. Promer - cellule régionale de Kolda. Fez, Maroc, Sup'Management, 20 p.
3. BENCHARIF A., CHAULET C., CHEHAT F., KACI M., SAHLI Z., 1996. La filière blé en Algérie : le blé, la semoule et le pain. Paris, France, Editions Karthala, 238 p.
4. BROUTIN C., DIOKHANE O., 2000. La filière « lait et produits laitiers » au Sénégal. Dakar, Sénégal, Etude Gret/Tpa, 38 p.
5. COLLEUILLE A., DIEYE P.N., MBODJ A., 1999. La filière laitière en Haute Casamance et au Sénégal oriental. In : Actes de l'atelier de réflexion, Kolda, 8-9 avril 1999. Kolda, Sénégal, Isra-Crz / Sodefitec / Vétérinaires sans frontières, 15 p.
6. DE BOER J., 1981. Socio economic aspects of dairying in developing countries. *J. Dairy Sci.*, **64**: 2453-2462.
7. DE JONG R., 1996. Dairy stock development and milk production with smallholders. Doct. Thesis, Wageningen Institute of Animal Sciences, The Netherlands, 216 p.
8. DIEYE P.N., 1999. La filière laitière : quelques résultats de recherches en Haute Casamance. In : Actes de l'atelier de réflexion, Kolda, 8-9 avril 1999. Kolda, Sénégal, Isra-Crz / Sodefitec / Vétérinaires sans frontières, 4 p.
9. DIEYE P.N., FAYE A., SEYDI M., CISSE S.A., 2002. Production laitière périurbaine et amélioration des revenus des petits producteurs en milieu rural au Sénégal. *Cah. Agric.*, **11** : 251-257.
10. DIREL, 1998. Les statistiques de l'élevage. Année 1997. Dakar, Sénégal, direction de l'Elevage, ministère de l'Agriculture, 67 p.
11. DUTEURTRE G., 2000. L'organisation de la filière laitière autour de Niono. Montpellier, France, Cirad-emvt, 77 p. (Rapport de mission n° 10)
12. ELLSWORTH L., DIAME F., DIOP S., THIEBA D., 1992. Le diagnostic participatif (*Participatory Rural Appraisal*). Dakar-Fann, Sénégal, Praap, 238 p.
13. GRIFFON M., 2000. Efficacité du marché et organisation dans l'agriculture et l'agroalimentaire en Afrique. Rapport de synthèse. Montpellier, France, Cirad-amis, 77p.
14. METZGER R., CENTRES J.M., THOMAS L., LAMBERT J.C., 1995. L'approvisionnement des villes africaines en lait et produits laitiers. Un potentiel pour un développement rural. Production et santé animales, vol. 124. Rome, Italie, FAO, 102 p.
15. Tdc-Sénégal, 2000. Les opportunités d'affaires dans la filière laitière de la région de Kolda. Dakar, Sénégal, Technologie développement consultance / Dynaentreprises / projet Usaid, 95 p.

Reçu le 07.01.2003, accepté le 19.09.2003

Summary

Ba Diao M., Senghor C.D., Diao B., Thys E. Milk Production and Processing in the Agropastoral Region of Senegal: Case of Kolda Suburban Area

Setting up private dairy cowsheds on the outskirts of large urban centers has been encouraged in Senegal since 1982. This was thus the case for Kolda region. A study was carried out from May to September 2000 to analyze dairy production. To analyze the various production stages the study combined the method of partial budget at the production level and a participatory diagnosis with 114 participants. Only 3% of dairy cows were partially housed during the dry season in spite of several years of popularizing work. The partial budget analysis did show, nevertheless, that the operation was profitable. After deducting the part of autoconsumption, it generated an income of 17,532 FCFA or 8907 FCFA per cow, depending on whether the producers sold the milk themselves or not. Most of the milk production was transformed traditionally (curds and butter oil). The craft transformation units in the area, including a cheese factory, absorbed only 13% of the production in the dry season and 8% in the rainy season. Access to large markets was limited by the fact that the storage life of products pasteurized by these units could not be guaranteed beyond one week. Constraints and opportunities were analyzed at every level with the aim of improving dynamics of dairy production.

Key words: Cattle – Milk – Marketing – Processing – Budget – Profitability – Senegal.

Resumen

Ba Diao M., Senghor C.D., Diao B., Thys E. Producción y transformación de la leche en una región agropastoril de Senegal: caso de la zona peri urbana de Kolda

En Senegal, se ha impulsado, desde 1982, la instalación de establos de leche privados, alrededor de los grandes centros urbanos. Este es el caso también en la región de Kolda. Con el fin de analizar esta filial, se realizó un estudio, de mayo a septiembre 2000, combinando el método de presupuesto parcial en el ámbito de la producción y un diagnóstico participativo, implicando 114 participantes, para analizar los diferentes componentes de la filial. A pesar de varios años de divulgación, solamente 3% de las vacas de leche fueron estabuladas parcialmente durante la estación seca. El análisis del presupuesto parcial mostró, sin embargo, que la operación fue rentable, dejando, después de la substracción del valor del auto consumo, un monto disponible de 17 532 Fcfa o 8 907 Fcfa por vaca, dependiendo de si el productor comercializó la leche el mismo o no. La mayoría de la producción pasó por el sistema tradicional de transformación (leche cortada y aceite de mantequilla). Así, las unidades de transformación artesanales de la región, incluyendo una quesería, no produjeron más que 13% de la producción de la estación seca y 8 % de la de las lluvias. La frescura de los productos pasteurizados de estas unidades no pudo ser garantizada más de una semana, lo que limitó el acceso a los mercados grandes. En cada etapa, se analizan los obstáculos y las oportunidades, con el fin de mejorar la dinámica de la filial lechera.

Palabras clave: Ganado bovino – Leche – Mercadeo – Procesamiento – Presupuesto – Rentabilidad – Senegal.

Impact des pratiques de traite des éleveurs sur la qualité sanitaire du lait de chamelle en Mauritanie

I. Tourette¹ S. Messad² B. Faye^{2*}

Mots-clés

Camelus dromedarius –
Lait de chamelle – Qualité –
Traite manuelle – Mauritanie.

Résumé

L'étude a eu pour objectif d'évaluer les relations entre les pratiques de traite et la qualité sanitaire du lait cru de chamelle. Elle a été menée de mai à août 2001 en Mauritanie, dans les régions du Trarza et du Brakna, à la frontière avec le Sénégal. L'amélioration de la qualité sanitaire du lait représente un enjeu commercial certain puisque les Mauritaniens sont de grands consommateurs de lait local et que la laiterie « Laitière de Mauritanie » souhaite produire du lait stérilisé longue conservation. Un échantillon des fournisseurs de la Laitière de Mauritanie a été enquêté et le lait de leurs chammes prélevé afin de le soumettre à une série d'analyses bactériologiques : dénombrement des flores aérobies mésophile et coliforme, réduction du bleu de méthylène et test de la résazurine, et titrage de l'acidité Dornic. Les producteurs qui ont eu les moins bonnes pratiques de traite ont eu les plus mauvais résultats en termes de qualité sanitaire du lait de traite. En moyenne, le lait a été peu contaminé juste après la traite. La moyenne des dénombrements a été de $1,6 \times 10^6$ germes aérobies mésophiles/ml et de $3,5 \times 10^4$ germes coliformes/ml. La qualité sanitaire du lait acheminé du lieu de production au centre de collecte en plus de trois heures et demi s'est détériorée significativement. Le titrage de l'acidité Dornic a été indépendant des résultats des autres analyses réalisées. Cette étude a confirmé l'intérêt de mettre en place une formation des éleveurs à l'hygiène de la traite afin d'obtenir un lait de bonne qualité sanitaire, organoleptique et nutritionnelle.

■ INTRODUCTION

La Mauritanie est le pays d'Afrique de l'Ouest où la population caméline est la plus importante. L'effectif estimé serait supérieur à un million de têtes (5). L'élevage camélin y est majoritairement de type semi-transhumant, notamment dans le sud du pays, et la vocation de cette activité est la production de lait et de viande. Depuis une dizaine d'années, le lait de chamelle est commercialisé dans les grandes villes, en particulier à Nouakchott, après transformation. La « Laitière de Mauritanie », principale laiterie installée à Nouakchott, transforme entre 8 000 et 11 000 litres de lait par jour (2). L'enjeu économique de cette production dans un pays à forte tradition laitière est évident. Par ailleurs, l'attention portée à la qualité sanitaire des produits prend de plus en plus d'importance dans les pays du Sud, à l'instar des pays du Nord. Or, la contamination microbienne peut rendre le lait, produit hautement périssable,

impropre à la consommation humaine, suite à une altération organoleptique, ou présenter un danger pour la santé publique (présence de germes pathogènes, toxines, etc.). Le lait de chamelle, en dépit de ses qualités naturelles (c'est un produit riche en lysozymes aux propriétés bactéricides, par exemple), n'échappe pas aux problèmes de contamination. En outre, la production laitière n'est pas régulière tout au long de l'année et les pics de production ne correspondent pas aux pics de consommation (1, 6). Transformer une partie du lait en lait stérilisé Uht est un des moyens envisagés pour ajuster la production à la demande. Cependant, produire du lait stérilisé impose de disposer d'une matière première de bonne qualité microbiologique. Enfin, les données disponibles sur le niveau de contamination du lait de chamelle sont rares. La présente étude se focalise sur les relations entre pratiques de traite et qualité microbiologique du lait de chamelle.

■ MATERIEL ET METHODES

Echantillonnage

L'étude a été menée sur un échantillon de 177 chammes en lactation appartenant à 39 producteurs tirés au hasard parmi

1. Association des producteurs de la laiterie Tiviski, BP 2069, Nouakchott, Mauritanie

2. Cirad-emvt, TA 30/A, Campus international de Baillarguet, 34398 Montpellier Cedex, France

* Auteur pour la correspondance

les fournisseurs de la Laitière de Mauritanie. Dans chaque troupeau, les cinq premières chamelles traites ont été prélevées. Chaque producteur enquêté a été soumis à un questionnaire portant sur ses pratiques d'élevage et de traite. La traite de son troupeau a été suivie et répertoriée. Pour chacune des 177 chamelles, trois tubes de 15 ml ont servi à prélever des échantillons dans le récipient de traite contenant son lait dès la fin de la traite, deux tubes ont été plongés dans un mélange eau-glace et le dernier a été conservé à température ambiante jusqu'à réception du lait au centre de collecte. Les échantillons ont alors été stockés dans un réfrigérateur à 4 °C et analysés le lendemain matin. Chaque chamelle prélevée a été soumise à un dépistage de mammite à l'aide de l'épreuve de Whiteside (3).

Analyses de laboratoire

Les analyses réalisées sur le lait ont été les suivantes :

- le dénombrement de la flore aérobie mésophile totale (Famt) en milieu gélosé pour dénombrement à 30 °C pendant 72 h. Les résultats ont été donnés en germes par millilitre plutôt qu'en unités formant colonies (Ufc) afin de faciliter les comparaisons avec les données de la littérature, essentiellement exprimées en germes par millilitre ;
- le dénombrement de la flore coliforme totale, sur milieu désoxycholate à 30 °C pendant 24 h ;
- le titrage de l'acidité Dornic ;
- la réduction de la résazurine (notes de 0 à 6 selon les couleurs après réaction) ;
- le temps de réduction du bleu de méthylène (analyse réalisée sur les échantillons de lait réfrigérés immédiatement après la traite et ceux réfrigérés après un délai correspondant au temps de transport). Généralement un temps de réduction supérieur à 4 h a été considéré comme suffisant pour attester de la bonne qualité du lait.

Les méthodes utilisées ont été celles décrites par Guiraud (10).

Analyses statistiques

L'objectif ayant été de disposer de profils bactériologiques des échantillons de lait construit à partir de plusieurs critères et de mettre en relation ces profils avec un ensemble de pratiques de traite, les analyses statistiques se sont basées sur les méthodes multivariées (12, 18) : l'analyse des correspondances multiples et classification ascendante hiérarchique avec critère de Ward pour établir une typologie des pratiques de traite (7, 13) ; et l'analyse factorielle discriminante (13) et un test de Monte-Carlo (14) pour déceler les relations entre pratiques de traite et profils bactériologiques des laits.

■ RESULTATS

Les exploitations laitières situées à la périphérie de Nouakchott ont été majoritairement de type familial : 50 p. 100 d'entre elles ont eu une production laitière quotidienne inférieure à 50 l et 75 p. 100 ont eu moins de 100 chamelles. Le rayon de collecte de la laiterie a été de 60 km. Le délai moyen entre la traite et la réception du lait au centre de collecte a été situé dans l'intervalle [2 h 30 ; 3 h 10]. Parmi les chamelles prélevées, 50 p. 100 ont produit moins de 5 l par jour, 80 p. 100 ont eu au plus trois lactations et 25 p. 100 ont eu un résultat positif à l'épreuve de Whiteside.

Quelques ordres de grandeur des fréquences de pratiques de traite

Parmi les producteurs enquêtés, 50 p. 100 travaient dans un endroit propre (peu souillé par les fèces des animaux) et la même

proportion utilisait un récipient propre pour recueillir le lait de traite. Environ 40 p. 100 filtraient le lait avec un tissu de type moustiquaire qui permettait d'éliminer les plus grosses particules (ectoparasites, brindilles, etc.), 40 p. 100 travaillaient avec une tenue jugée sale et 75 p. 100 ne se lavaient pas les mains avant de traire les chamelles. Seuls 7 p. 100 se lavaient les mains avec du savon ; les mains n'étaient jamais séchées.

Résultats des tests bactériologiques et physiques (degrés Dornic)

Le lait a globalement été peu contaminé lorsqu'il a été prélevé juste après la traite (tableau I). Le temps de réduction du bleu de méthylène après délai de réception a été d'autant plus court que le transport a été long : pour les laits reçus avec un délai supérieur à 3 h 35 (soit 25 p. 100 des laits), la diminution du temps de réduction du bleu de méthylène a été significativement plus importante ($p < 0,05$). Les éleveurs ont ainsi été pénalisés quand le délai de réception a été trop long : leur lait n'a pas été réfrigéré pendant le temps de latence qui caractérise la croissance de toute population bactérienne (16) et la contamination microbiologique du lait a donc été plus importante à la réception qu'à la production.

Enfin, les résultats aux tests suivants ont été très corrélés : temps de réduction du bleu de méthylène, réduction de la résazurine et dénombrement de la Famt. En revanche, le titrage de l'acidité Dornic a donné des résultats indépendants des autres résultats bactériologiques.

Typologie des pratiques de traite

Après analyse des pratiques (analyse des correspondances multiples suivie d'une classification), les producteurs ont été regroupés selon trois types de pratiques résumés dans le tableau II. Globalement, la manière de traire du type I a été qualifiée de « propre », celle du type II de « correcte » et celle du type III de « sale ». De plus, la majorité des producteurs du type I ont été enquêtés pendant la saison des pluies, dans une zone où les points d'eau ont été peu nombreux et souvent payants. Les chamelles ont été plus fréquemment sales puisqu'elles se couchaient dans les flaques et l'eau ménagère utilisée pouvait provenir des mares temporaires. Le type I a eu des pratiques de traite bonnes mais des chamelles sales et le type III des pratiques de traite mauvaises mais des chamelles propres. Seule une variable utilisée pour établir la classification ne figure pas dans le tableau II car elle n'était pas significative pour la typologie : celle de l'ancienneté des éleveurs, c'est-à-dire du nombre de mois depuis lequel l'éleveur a vendu du lait à la laiterie.

Relations entre pratiques de traite et qualité hygiénique du lait

L'analyse factorielle discriminante a permis d'identifier les paramètres les plus influents pour la constitution des types précédemment décrits. Les éleveurs de type I (traite propre) ont produit du lait dont les résultats bactériologiques ont été bons. La qualité du lait des producteurs de type II (traite correcte) a été très bonne. Celle du type III (traite sale) a été mauvaise (tableau III).

Les producteurs de type I ont eu des résultats inférieurs à ceux de type II en termes de qualité hygiénique du lait parce qu'ils ont fourni un lait plus contaminé en Famt. Rappelons que ceux-ci ont été enquêtés au cours de la saison des pluies. Il est possible qu'ils aient été pénalisés par un environnement boueux rendant les chamelles plus sales qu'en saison sèche. Il est en effet difficile de trouver de l'eau propre car l'eau des forages est souvent payante dans cette zone. Les résultats du type III confirment l'intérêt de maintenir une bonne hygiène au moment de la traite.

Tableau I

Moyennes des résultats bactériologiques et physiques des laits analysés

| Analyses | Moyenne | Intervalle de confiance à 95 % | Signification et normes |
|---|-----------------------|--------------------------------|--|
| Dénombrement Famt ¹ (germes/ml) | 1,6 x 10 ⁶ | [0 – 3,5 x 10 ⁶] | Norme française < 5 x 10 ⁵ |
| Dénombrement des coliformes (germes/ml) | 3,5 x 10 ⁴ | [175 – 7 x 10 ⁴] | < 100 germes/ml |
| Réduction de la résazurine | 3 | [2 – 3] | 0, 1 (et 2) : lait contaminé (2) 3 et 4 : peu contaminé (4) 5 et 6 : bonne qualité |
| Acidité Dornic (°Dornic) | 19,3 °D | [19,0 – 19,7] | Norme française : 14 à 18 °D Lait contaminé si > 20 °D |
| Temps de réduction du bleu de méthylène (heures) | 4 h 20 | [4 h 10 – 4 h 30] | < 2 h : lait contaminé 2 à 4 h : peu contaminé > 4 h : bonne qualité |
| Temps de réduction du bleu de méthylène après délai de transport (heures) | 3 h 25 | [3 h 10 – 3 h 40] | Idem |

¹ Flore aérobie mésophile totale

Tableau II

Typologie des pratiques de traite

| | Type I | Type II | Type III |
|----------------------------------|----------------------|--------------|--------------|
| Propreté des mamelles | Insuffisante | | Correcte |
| Propreté du lieu de traite | | Insuffisante | Correcte |
| Propreté du récipient de traite | Propre à très propre | Correcte | Insuffisante |
| Propreté de la tenue du trayeur | | Correcte | Insuffisante |
| Lavage des mains avant la traite | Oui | Non | Non |
| Emploi de trayeurs | | Non | |
| Filtrage du lait | Oui | | |
| Traite | Propre | Correcte | Sale |
| Nombre de producteurs | 14 | 10 | 15 |

Tableau III

Résumé des liens entre types de pratiques de traite et qualité microbiologique du lait

| Analyse | Type I | Type II | Type III |
|--|---|---|--|
| Temps de réduction du bleu de méthylène | > 5 h 00 | > 4 h 00 | < 4 h 00 pour 25 % des échantillons |
| Contamination en Famt ¹ (germes/ml) | 1,7 x 10 ⁴ à 1,7 x 10 ⁴ | 0 à 1,7 x 10 ⁴ | 7,9 x 10 ⁴ à 1,5 x 10 ⁸ |
| Contamination en coliformes (germes/ml) | Absence d'échantillons très contaminés | 0 à 5 x 10 ³ Contamination importante | 5 x 10 ³ à 1,3 x 10 ⁶ Contamination très importante |

Les variables microbiologiques ont été les plus liées aux types d'éleveurs ; elles ont été tirées d'une analyse factorielle discriminante

¹ Flore aérobie mésophile totale

■ DISCUSSION

Les bons résultats sur le plan bactériologique ont été observés logiquement chez les producteurs ayant eu les pratiques de traite les plus propres. Les auteurs n'ont pas pu mettre en évidence de différence entre les trois types de producteurs quant aux dénombrements de la flore coliforme, réduction de la résazurine et titrage de l'acidité Dornic. D'après les données du tableau I, il apparaît que le lait a globalement été peu contaminé lorsqu'il a été prélevé juste après la traite.

Limites de la méthode

Les analyses bactériologiques ont été réalisées dans des conditions difficiles qui pouvaient être à l'origine de légères différences dans les résultats microbiologiques. Ces résultats sont à prendre comme des ordres de grandeur plutôt que comme des résultats précis. Les échantillons de lait ayant été réfrigérés, le temps de réduction du bleu de méthylène peut en être augmenté (10). Cela expliquerait l'importance des temps de réduction obtenus.

L'évaluation de l'état de propreté des chamelles (tenue, lieu et récipient) a été réalisée de manière subjective par un seul et même enquêteur. Il eut été judicieux de travailler avec une grille de notation pour les différents paramètres notés afin d'objectiver l'état de propreté. Cependant, l'unicité du notateur devrait limiter ce biais d'observation (9).

Enfin, des analyses de l'eau utilisée dans les différentes exploitations auraient permis de vérifier le rôle de la qualité de l'eau comme facteur de confusion. En effet, une eau insalubre détériore la qualité hygiénique du lait en contaminant le matériel de traite. Des analyses bactériologiques de l'eau ont été réalisées dans le cadre d'une étude menée au Tchad en 1995 sur la qualité sanitaire de lait cru et de produits laitiers traditionnels. Les eaux de ménage utilisées par les Arabes transhumants ont des contaminations bactériennes moyennes de $1,7 \times 10^5$ germes/ml pour la flore totale et de 5×10^2 germes/ml pour les coliformes (16), nombres se situant dans l'intervalle de confiance des moyennes de contaminations des normes françaises pour le lait (tableau I).

Comparaison des résultats

La norme française pour l'acidité Dornic du lait cru est donnée pour du lait de vache dont le pH est compris entre 6,6 et 6,8 (11). Or le pH du lait de chamelle est compris entre 6,5 et 6,7 (8). Ceci peut expliquer l'importance du nombre de degrés Dornic obtenu en moyenne pour ces laits de chamelle. Il n'y a cependant pas de relation directe entre pH et acidité Dornic en raison du pouvoir tampon du lait.

Une étude sur la qualité sanitaire du lait de chamelle a été réalisée en Egypte en mars 2000 sur un échantillon de 50 chamelles. La contamination moyenne en Famt a été de $4,3 \times 10^4$ germes/ml et celle en coliformes de $2,9 \times 10^2$ germes/ml (15). Les échantillons prélevés dans le cadre de la présente étude ont été cent fois plus contaminés que les échantillons égyptiens. Cette différence pouvait provenir des conditions de laboratoire difficiles mais aussi de réelles différences de qualité sanitaire des laits analysés. Les pratiques de traite des éleveurs égyptiens ne sont pas détaillées. Peut-être observent-ils de meilleures pratiques de traite et d'élevage. Quoi qu'il en soit, la rareté des résultats de ce type ne permet pas de comparer davantage les résultats obtenus ici.

Perspectives

La population de producteurs enquêtés faisait partie d'une association de producteurs dont le but était d'améliorer la productivité laitière des animaux ainsi que la qualité sanitaire du lait. Il serait intéressant d'entreprendre une nouvelle étude de ce genre dans quelque temps afin d'évaluer l'impact des formations dispensées par l'asso-

ciation sur la qualité du lait. Cette nouvelle étude devra adopter des conditions d'analyse plus rigoureuses et une grille de notation pour attribuer des notes de propreté objectives. Des analyses bactériologiques de l'eau permettront de confirmer son rôle en tant que point critique (ou non). D'autres méthodes d'évaluation de la contamination du lait pourraient être utilisées ; par exemple, le titrage de l'acidité Dornic pourrait ne pas être pris en compte.

■ CONCLUSION

La qualité hygiénique du lait de chamelle livré à la laiterie de Nouakchott a été parfois insuffisante sans être catastrophique. Cependant, quelques recommandations (ci-après) peuvent être faites pour obtenir un meilleur résultat.

Pour ce qui concerne le milieu, la traite s'effectuera dans un endroit propre en séparant les aires de traite et d'alimentation. Les chamelles resteront propres par un nettoyage régulier des *chmels* (protège-mamelles qui empêchent le petit de téter au pâturage). Concernant le matériel, il s'agira de nettoyer et de désinfecter le récipient de traite avant et après la traite (à l'intérieur et à l'extérieur), d'utiliser des cordes propres pour attacher le petit à la mère et entraver les chamelles, et de n'utiliser de filtre que s'il est parfaitement propre. Pour la main d'œuvre, il importerait de se laver les mains avec du savon avant de traire, de les sécher et de réserver une tenue propre pour la traite. A propos de la méthode, il faudra nettoyer les mamelles avec un tissu propre et sec avant de traire et ne pas poser le matériel au sol (cordes, récipient de traite). Pour la matière première, il sera important de ne pas mélanger le lait de mammite avec le lait des chamelles saines, de traiter les mammites, de respecter les temps d'attente des antibiotiques et anthelminthiques, d'éliminer le premier jet de chaque quartier, d'entreposer le bidon de lait à l'ombre, voire dans un trou humidifié et, enfin, de diminuer au maximum le délai entre traite et réception du lait au centre de collecte (optimiser les circuits de collecte).

La transformation du lait en lait stérilisé permet de mieux gérer les pics de production qui ne sont pas toujours synchrones des pics de consommation. Pour stériliser du lait, il faut pouvoir, en premier lieu, produire du lait de bonne qualité hygiénique. Cela demande un effort de travail tout à fait envisageable. Si, dans le même contexte que cette étude, on peut obtenir que les producteurs se lavent les mains avant de traire, portent une tenue propre, utilisent un récipient et un lieu de traite propres, disposent d'une eau potable et d'un circuit de collecte efficace, alors la qualité microbiologique du lait permettra sans aucun doute de produire du lait stérilisé. Pour cela, il faut inciter les éleveurs à améliorer l'hygiène de la traite (paiement du lait à la qualité), les aider à diagnostiquer et traiter les mammites, les inciter à éliminer les laits de mammites, ajouter des puits aux endroits stratégiques et judicieusement choisis et concevoir des circuits de collecte courts.

Remerciements

Nous tenons à remercier Mme Nancy Abeiderrhamane, fondatrice de la Laitière de Mauritanie, pour son accueil, ainsi que Yacoub Cissoko et Abdellahi Salem Ould Lellah, pour leur aide précieuse.

BIBLIOGRAPHIE

1. ABEIDERRHAMANE N., 1994. La pasteurisation du lait de chamelle : une expérience en Mauritanie. In : Bonnet P., ed., Actes colloque « Dromadaires et chameaux, animaux laitiers », Nouakchott, Mauritanie, 26-24 octobre 1994. Montpellier, France, Cirad-emvt, p. 213-220.
2. ABEIDERRHAMANE N., 1998. Collecte, transformation et pasteurisation du lait pour l'approvisionnement de Nouakchott : l'expérience de la Laitière de Mauritanie. In : Actes atelier international « Marchés urbains et développement laitier en Afrique subsaharienne », 9-10 septembre 1998. Montpellier, France, Cirad-emvt, p. 157-167.

3. ABDURAHMAN O.A.S.H., 1994. Detection of subclinical mastitis in camels: relationship between udder infection and inflammatory indicators in milk. In: Bonnet P., ed., Actes colloque « Dromadaires et chameaux, animaux laitiers », Nouakchott, Mauritanie, 26-24 octobre 1994. Montpellier, France, Cirad-emvt, p. 31-34.
4. BOUYER J., HEMON D., CORDIER S., DERRIENIC F., STUCKER I., STENGEL B., CLAVEL J., 1995. Épidémiologie, principes et méthodes quantitatives. Paris, France, Inserm, 498 p.
5. DEVEY-MALU MALU M., MASSON-BOISRIVEAU J., RICHARD S., 1998. Mauritanie, marchés tropicaux et méditerranéens, hors série. Bordeaux, France, Cifdi, 24 p.
6. DIOP D., 1994. Production du lait de chamelle (*Camelus dromedarius*) en Mauritanie : étude technico-économique. Thèse vét., université de Sidi Thabet, Tunisie, 86 p.
7. ESCOPIER B., PAGES J., 1998. Analyses factorielles simples et multiples : objectifs, méthodes et interprétation, 3^e edn. Paris, France, Dunod, p. 95-121.
8. FARAH Z., 1993. Composition and characteristics of camel milk. *J. Dairy Res.*, **6**: 603-623.
9. FAYE B., CALAVAS D., ROSNER G., 1994. La fiabilité des données dans les enquêtes d'écopathologie. *Revue sci. tech. Off. int. Epizoot.*, **13**: 651-664.
10. GUIRAUD J.-P., 1998. Microbiologie alimentaire. Paris, France, Dunod, p. 652.
11. HARPER, HALL W.J., 1976. Dairy technology and engineering. Westport, CT, USA, AVI Publishing.
12. IHAKA R., GENTLEMAN R., 1996. Language and environment for statistical computing and graphics. *J. comput. grap. Stat.*, **5**: 299-314.
13. LEBART L., MORINEAU A., PIRON M., 1995. Statistique exploratoire multidimensionnelle. Paris, France, Dunod, p. 438.
14. MANLY BRYAN J.-F., 1997. Randomization, bootstrap and Monte-Carlo methods in biology, 2nd Edn. London, UK, Chapman and Hall, 376 p.
15. MOUSTAFA S.I., AHMED A.H., SAAD N.M., MAHMOUD Y.H., 2000. Quality evaluation of camels' milk in new valley governorate, Egypt. *J. Agric. Res.*, **78**: 241-248.
16. PISSANG TCHANGAI D., 1998. Evaluation de la qualité du lait et des produits laitiers dans les systèmes traditionnels de transformation au Tchad. In : Actes atelier international « Marchés urbains et développement laitier en Afrique subsaharienne », 9-10 septembre 1998. Montpellier, France, Cirad-emvt, p. 125-133.
17. ROZIER J., CARLIER V., BOLNOT F., 1985. Bases microbiologiques de l'hygiène des aliments. Paris, France, Sepaic, 230 p.
18. THIOULOUSE J., CHESSEL D., DOLEDEC S., OLIVIER J.-M., 1997. ADE-4: a multivariate analysis and graphical display software. *Stat. Comput.*, **7**: 75-83.

Reçu le 17.05.2002, accepté le 17.09.2003

Summary

Tourette I., Messad S., Faye B. Impact of Breeders' Milking Practices on the Sanitary Quality of She-Camel Milk in Mauritania

The aim of the study was to assess the relationships between milking practices and the sanitary quality of raw camel milk. It was conducted from May to August 2001 in Mauritania, in Trarza and Brakna areas along the Senegalese border. Improving the sanitary quality of milk is a commercial challenge since the Mauritians consume a lot of local milk. In addition, the dairy plant "Laitière de Mauritanie" aims at producing long-life sterilized milk. A number of breeders who supplied milk to this dairy plant were surveyed and samples from their camel milk were collected for bacteriological analyses: aerobic mesophilic and coliform flora count, methylene blue reduction and resazurin tests, and Dornic acidity titration. Milk suppliers with the poorest milking practices had the worst results with regard to the sanitary quality of milk. On average, milk was little contaminated just after milking. Mean counts were 1.6×10^6 aerobic mesophilic germs/ml and 3.5×10^4 coliforms/ml. The sanitary quality of milk decreased significantly when the milk was carried from the production area to the collecting center in more than three and a half hours after milking. Results from Dornic acidity titration were not coherent with those from the other analyses. This study confirms the need to set up a farmer's training program on milking hygiene to produce milk with organoleptic, nutritional and high sanitary quality.

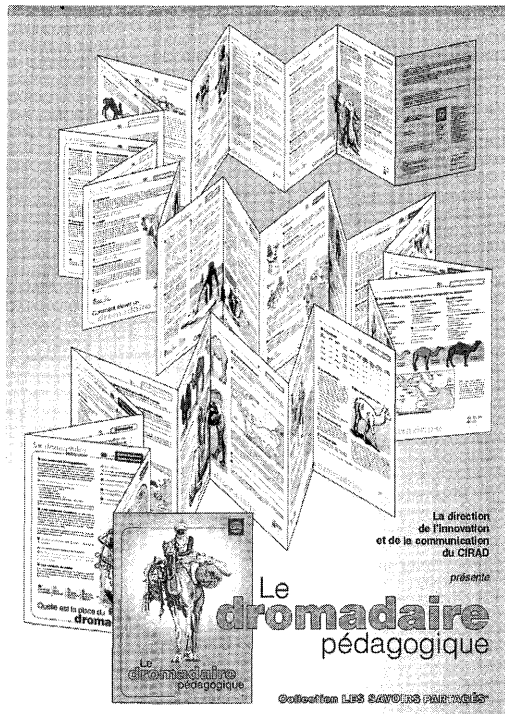
Key words: *Camelus dromedarius* – Camel milk – Quality – Hand milking – Mauritania.

Resumen

Tourette I., Messad S., Faye B. Impacto de las prácticas de ordeño de los criadores sobre la calidad sanitaria de la leche de la camella en Mauritania

El presente estudio tuvo por objetivo la evaluación de las relaciones entre las prácticas de ordeño y la calidad sanitaria de la leche cruda de camella. Se llevó a cabo entre mayo y agosto 2001 en Mauritania, en las regiones de Trarza y Brakna, en la frontera con Senegal. La mejoría en la calidad sanitaria de la leche representa una importancia comercial cierta, debido a que los Mauritianos son grandes consumidores de leche local y la lechería "Lechería de Mauritania" desea producir leche estéril de conservación prolongada. Una muestra de los proveedores de la lechería de Mauritania fue estudiada y se obtuvieron muestras de la leche de las camellas, esto con el fin de someterlas a una serie de análisis bacteriológicos: conteo de floras aeróbicas mesófilas y coliforme, reducción de azul de metileno y de la resarúsina, título de acidez de Dornic. Los productores que presentaron las prácticas menos buenas de ordeño obtuvieron los peores resultados en términos de calidad sanitaria de la leche de ordeño. En promedio, la leche estuvo poco contaminada justo después del ordeño. El promedio de conteos fue de $1,6 \times 10^6$ gérmenes aeróbicos mesófilos/ml y de $3,5 \times 10^4$ gérmenes coliformes/ml. La calidad sanitaria de la leche conducida desde el sitio de producción al centro de colecta en más de tres horas y media se deterioró significativamente. El título de acidez de Dornic fue independiente de los resultados de los otros tests realizados. Este trabajo confirma el interés de poner en práctica una formación para los criadores sobre la higiene del ordeño, con el fin de obtener leche de buena calidad sanitaria, organoléptica y nutricional.

Palabras clave: *Camelus dromedarius* – Leche de camella – Calidad – Ordeno manual – Mauritania.



Bien plus qu'une monographie, cet ouvrage sur le dromadaire met en partage les savoirs d'un scientifique, d'un éleveur nigérien et de deux méharistes.

Son architecture en accordéon, sous la forme d'un livre sans fin, facilite le parcours exploratoire du sujet par une lecture non linéaire et personnalisée des 300 grains de savoirs réunis par des liens en 46 thèmes, illustrés par 57 dessins originaux à la plume ou au trait et 5 cartes, répartis sur un itinéraire de papier de plus de 12 mètres.

Vous y découvrirez le dromadaire dans tous ses états en situation de confort et d'inconfort, dans sa vie ordinaire et extraordinaire.

Ce compilivre® a pour ambition de satisfaire aussi bien la curiosité du néophyte que de parfaire la connaissance de l'amateur éclairé ou du passionné de dromadaires. Il peut être également utilisé comme support de formation professionnelle ou d'éducation par les institutions agricoles, d'élevage, de développement et d'enseignement des pays francophones concernés ou simplement intéressés par le dromadaire.

Une réalisation de :

Michel LAUNOIS, délégué aux productions innovantes du Cirad

Bernard FAYE, chef du programme « productions animales » du département d'élevage et de médecine vétérinaire du Cirad

Mohamed AOUTCHIKI KRISKA, éleveur nigérien

SOMMAIRE

Qu'est-ce qu'un dromadaire ?

Le reconnaître pour le connaître - Du chameau au dromadaire - Le turkoman - Le lama et ses proches - Un certain cama - Les principaux types - Plus de 50 races - Les extrêmes - La vérité - Les introductions réussies - Les introductions sans suite - En chair et en os - Curiosités camélines - L'habitat naturel - L'adaptation aux circonstances - Les habitudes - Les postures - Les cinq sens - En communication

Comment élever les dromadaires ?

L'élevage - Le troupeau - L'alimentation - Carences et intoxications - La pratique - La reproduction - Les techniques de reproduction - Les troubles de la reproduction - Le chamelon - Le développement du jeune - La lactation

De quels maux souffrent les dromadaires ?

Les accidents - Du bien portant au malade - Les parasites externes et les maladies de peau - Les parasites internes - Les maladies infectieuses - Des troubles nerveux aux maladies respiratoires - Les remèdes traditionnels

Que produisent les dromadaires ?

Du lait - De la laine au cuir - De la viande à l'os - Du travail - Les harnachements

Quelle est la place du dromadaire dans la société ?

Les caravanes traditionnelles - Les caravanes dans l'histoire - Dans l'imaginaire des hommes - Et dans les histoires - Contribution économique - Impact écologique

Pour commander :

Cirad, 2002
54 pages - format 21 x 29,7 cm
ISBN : 2-87614-528-6
ISSN : 1620-0705
Prix : 30 € (port inclus)

Cirad - Délégation aux productions innovantes
Dic TA 173/05 - Avenue Agropolis
34398 Montpellier Cedex 5 - France
Tél. : 33 (0)4 67 61 57 88 / Fax : 33 (0)4 67 61 59 73
E-mail : espace.idees@cirad.fr

Characterization of Growth Performance of Namchi and Kapsiki Endangered Cattle Breeds of Cameroon

A.L. Ebangi¹ D.A. Mbah² D. Abba¹

Key words

Namchi cattle – Kapsiki cattle – Calf – Liveweight gain – Endangered breed – Cameroon.

Summary

The growth performance of 80 Kapsiki and 83 Namchi calves was monitored at quarterly intervals, between 1985 to 1990, from birth to one year of age. The calves were maintained at the Yagoua Station of the Institute of Agricultural Research for Development. The birth weight (BWT) and liveweight at three (TWT), six (SWT), nine (NWT) and twelve (YWT) months were evaluated using the SAS general linear model procedure. Means were 13.2 and 15.5 kg, 42.9 and 58 kg, 68.3 and 75.2 kg, 85.9 and 97.6 kg, and 104.7 and 115.5 kg for BWT, TWT, SWT, NWT, and YWT, in Namchi and Kapsiki calves, respectively. Cumulative daily weight gains were 0.32 and 0.48 kg, 0.25 and 0.39 kg, 0.21 and 0.35 kg, and 0.21 and 0.32 kg, between BWT and TWT, TWT and SWT, SWT and NWT, and NWT and YWT, for Namchi and Kapsiki, respectively. The growth performance of the Kapsiki breed was significantly ($P < 0.001$) higher than that of the Namchi breed for all traits. The seasonal effect was not significant ($P > 0.05$), except for six-month and yearling weights ($P < 0.05$) in both breeds. Sex did not affect the traits ($P > 0.05$). However, male calves were heavier and grew faster than female calves. The rainy season and cold dry season were favorable as calving periods for the production of heavier and faster growing Namchi calves, while the hot dry season favored heavier and faster growing calves in the Kapsiki breed.

■ INTRODUCTION

The Namchi (Namshi or Doayo) and Kapsiki (Kirdi) cattle are two taurine (Savanna Shorthorn) breeds of Cameroon whose origin is as complex as is the case for most African cattle populations. According to Rege *et al.* (14), Staw and Hoste (17), and Oliver (13), Cameroon Shorthorns might have been introduced from the center of domestication in Asia through Egypt along the Nile River or through the Horn of Africa or through East Africa (Ethiopia or

Kenya). These Shorthorns then moved towards Morocco where the northern population spread into France and the southern population spread between the Sahara and the Atlantic coast to the Guinea coast and Nigeria hinterland, with Cameroon forming the extreme eastern and southern limits of their distribution. Hempo (unpublished document), however, indicated that the Namchi originated from Doayo, as there was no document to provide any information about the foreign origin of the breed.

The Namchi and Kapsiki have been identified with specific geographical locations (18) and cultural heritage of the people of Faro (Poli) and Tsanaga (Mokolo) divisions. They are found in the Sudano-Sahelian ecological zone between 750 and 1250 mm isohyet. They are milked, commercialized, used for draughting activities and for special feasts and rituals. They were suspected to be trypanotolerant (7), but Achukwi *et al.* (2) showed that only the

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

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

E-mail: dambah@sdcnmr.undp.org

Namchi breed was trypanotolerant. The Kapsiki, on the other hand, though shown to be trypanosusceptible (2), exhibits a fairly good growth performance in an environment that is stressful in terms of climate and nutrition (Abba, unpublished results).

The Namchi are predominantly found in the Sudanian side within the Poli mountains in the Faro division of the North province (8). The Kapsiki are found predominantly on the Sahelian side, in the Mandara mountains at an altitude of about 600 to 900 m, between Mokolo and Bourrah, in the Tsanaga division of the Far North province of Cameroon (3, 8, 15). Population estimates for the two breeds have continued to dwindle. The Namchi population was estimated to range between 1060 and 7000 head (4, 14, 18), representing between 0.02 to 0.14% of the 4.9 million head of African Shorthorns. The Kapsiki population was estimated to range between 3000 and 4098 head (8, 18), representing between 0.06 and 0.08% of the African Shorthorns. These estimates fall within levels of threat (1000 to 5000 breeding females) defined by various conservation groups (7) and they may therefore be considered endangered.

The low population estimates have been attributed to indiscriminate slaughter for traditional ceremonies, inappropriate husbandry techniques, neglect and continuous interbreeding with the predominant zebu breed (1), resulting in decrease in the trypanotolerance trait. In addition, increase in the human population has caused serious geographical, climatic, hydrological and vegetative changes, which are more favorable to trypanosusceptible zebu populations. This has substantially reduced the natural habitat of the shorthorn and has facilitated interbreeding between the two populations.

The Cameroon government, cognizant of the special attributes and risk of extinction of the breeds, placed them in the so-called Very High Priority (VHP) area of the National Biodiversity Strategy Plan (NBSP) for restoration and rehabilitation of threatened livestock species. These breeds might be "living museums" that may one day serve as genetic gold mines in periods of changing environmental circumstances and consumer attitudes. Consequently, the Institute of Agricultural Research for Development was mandated to formulate improvement strategies to ensure better growth and wider genetic variation of the two breeds, while maintaining their originality. At the present time, information available on the breeds is based mainly on coat color description and linear body measurements (3, 4, 9, 10, 12, 18, 19, 20). No attempts have been made to evaluate preweaning and postweaning growth traits or to quantify factors affecting them. The objective of the study was to quantify growth performance and to evaluate environmental factors affecting growth in calves from zero to twelve months of age.

■ MATERIALS AND METHODS

Breed description

The Kapsiki cattle are robust and possess horns, which are of medium length (20 to 40 cm), black in color, horizontal in the young and raised in the old. The head is usually refined, triangular in females and massive in males. The forehead is rectilinear, the nose black and eye sockets more prominent in females. The coat color is predominantly black pied but there are cases of solid black, red pied, solid white, fawn, brown pied, red, dark brown, wheat gray and molted black pied. The Namchi cattle are also robust but smaller than the Kapsiki. The horns are also short and black, refined and sharp, with a lot of variations in the length. The nose is black and the head short and massive, and the forehead is rectilinear. There are many variations in the coat color. It can be uniformly black or black and white or black with spotted white or

brown or spotted brown. Description details have been given by Tayou and Ngwa (20), and Aboagye *et al.* (1).

Management of experimental animals

The parent stock consisted of 31 Kapsiki cattle (four bulls and 27 cows) and 17 Namchi cattle (two bulls and 15 cows) of ages one to nine years. They were purchased from local livestock farmers in Mayo Tsanaga (Sahel zone) and Faro (Sudan zone) divisions, respectively. They were maintained at the Yagoua Research Station of the Institute of Agricultural Research for Development, located in the stressful environment of the Far-North province of Cameroon. The year is divided into three seasons: a cold dry season (CDS) from October to January, with temperatures of 21.5 to 33.59°C and rainfall of 0 to 1.18 mm, a hot dry season (HDS) from February to May, with temperatures of 30.04 to 38.42°C and rainfall of 0 to 72.80 mm, and a rainy season (RS) from June to September, with temperatures of 21.1 to 27.5°C and rainfall of 85.90 to 214.30 mm (6, 11).

The breeds were maintained separately on natural pastures of the Savannah type, predominated by *Monechma ciliatum*, *Cassia mimosoides* and *Loudebia togoensis* vegetations. The two breeds were lodged in separate paddocks to avoid crossbreeding. Mating was natural with only one sire per herd during the breeding period. The animals were supplemented with cottonseed cake, rice bran and groundnut haulms during the hot dry season.

Data collection

Data were collected on breed, parentage, sex, year of birth and season of birth, birth weight (BWT) (weighed within 24h) and subsequent monthly weights. Adjusted weights at three (TWT), six (SWT), nine (NWT) and 12 months (YWT), and cumulative average daily weight gains (kg/d) were estimated from the data. Absolute growth rates were obtained by taking the difference in weight within the period and dividing it by the time interval. The absolute gain rate was calculated over four periods: birth to three months (ADG1), three to six months (ADG2), six to nine months (ADG3), and nine to 12 months (ADG4), respectively. The adjusted weights were estimated as follows:

$$\text{Three months (TWT)} = \text{ADG1} \times 90 + \text{BWT}$$

$$\text{Six months (SWT)} = \text{ADG2} \times 90 + \text{TWT}$$

$$\text{Nine months (NWT)} = \text{ADG3} \times 90 + \text{SWT}$$

$$\text{Twelve months (YWT)} = \text{ADG4} \times 90 + \text{NWT}$$

Statistical analyses

The SAS general linear model computer program (16) was used to quantify factors affecting BWT, adjusted weights and cumulative average daily weight gains. Due to the confounding effect between breed and herd, the latter was eliminated from the model. The mathematical linear model was then presented as:

$$Y_{abcde} = \mu + B_a + S_b + P_c + G_d + (BS)_{ab} + (BG)_{ad} + b(x_{abcde} - \bar{X}) + e_{abcde}$$

where Y_{abcde} is the growth trait (BWT, TWT, SWT, NWT, YWT, ADG1, ADG2, ADG3, ADG4) of the e^{th} calf;

μ is the overall mean, B_a the effect of the a^{th} breed ($a = 1, 2$), S_b the effect of the b^{th} season of calving ($b = 1, 2, 3$);

P_c is the effect of the c^{th} year of calving ($c = 85, 82\dots 90$);

G_d is the effect of the d^{th} progeny sex ($d = 1, 2$);

$(BS)_{ab}$ and $(BG)_{ad}$ are the first order interactions for breed by season of calving and breed by sex of calf;

b is the linear regression of the calf birth weight as covariate on three, six, nine and 12 month weights; calf weight at three months as covariate on six, nine and 12 month weights; calf weight at six months as covariate on nine and 12 month weights; and calf weight at nine months as covariate on 12 month weights, respectively; x_{abcde} is the exact calf weight at birth, three, six and nine months; \bar{X} is the mean weight at birth, three, six and nine months; and e_{abcde} is the random error associated to the growth trait of the e^{th} calf.

RESULTS AND DISCUSSION

The various sources of variation of liveweight measurements and cumulative daily weight gain are presented in Tables I and II. Growth curves are presented in Figure 1. Breed significantly ($P < 0.05$ or $P < 0.001$) affected the liveweight and cumulative daily weight gain from birth to yearling. Kapsiki calves outperformed their contemporaries of the Namchi breed in all liveweight measurements and grew faster from birth to yearling (Tables I and II). The results corroborate reports by Abba (pers. commun.) indicating a better

growth performance in the Kapsiki than in the Namchi. The better performance in the Kapsiki may be explained by the fact that the Kapsiki are reared in their natural Sahelian environment. The Namchi, on the other hand, were moved from their natural Sudanian environment to Yagoua (Sahel). Their performance, therefore, could be affected by the effect of genotype environment interactions. In addition, the higher performance in Kapsiki could be attributed to their level of crossbreeding that approaches that of the *Bos indicus* Gudali breed (2).

Daily weight gain was maximum between birth and three months of age (Table II). This may be due to an early increase in the maternal effect favoring increase growth rate as was reported by Ebangi *et al.* (5) for Gudali calves. Lurz (pers. commun.) also reported that younger calves tended to be associated with maternally derived antibodies, which decreased as the calves reached weaning age. This may also be a favorable factor for early increase weight gain. This trend might indicate that supplementation of the calf after three months of age could result in higher weight gain.

Table I

Least squares means of growth traits (kg) for Namchi and Kapsiki cattle breeds

| Effect | N | BWT (SE) | TWT (SE) | SWT (SE) | NWT (SE) | YWT (SE) |
|----------------------|-----|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| μ | 163 | 14.25 (0.40) | 50.20 (1.00) | 72.94 (1.50) | 91.07 (3.80) | 109.66 (1.90) |
| Breed | | *** | *** | *** | *** | *** |
| Namchi | 80 | 13.23 (0.30) | 42.87 (1.07) | 68.34 (1.22) | 85.86 (1.76) | 104.73 (1.36) |
| Kapsiki | 83 | 15.46 (0.36) | 57.99 (1.27) | 75.19 (1.42) | 97.56 (2.23) | 115.46 (1.49) |
| CS | | NS | NS | NS | NS | ** |
| CDS | 70 | 13.91 (0.34) | 49.78 (1.18) | 72.12 (1.19) | 93.48 (1.85) | 109.75 (1.36) |
| HDS | 49 | 14.68 (0.37) | 50.77 (2.27) | 73.90 (1.27) | 93.02 (1.98) | 107.50 (1.35) |
| RS | 44 | 14.45 (0.42) | 50.74 (1.43) | 69.28 (1.44) | 88.55 (2.28) | 112.97 (1.51) |
| Sex | | NS | NS | * | NS | NS |
| Male | 68 | 14.22 (0.33) | 51.29 (1.26) | 73.66 (1.13) | 91.57 (1.99) | 108.80 (1.19) |
| Female | 95 | 14.48 (0.28) | 49.57 (0.97) | 69.87 (0.97) | 91.80 (2.23) | 111.40 (1.02) |
| Calving year | | ** | *** | ** | *** | NS |
| Breed*calving season | | NS | NS | * | NS | * |
| CDS*Namchi | 24 | 12.94 (0.53) | 42.39 (1.85) | 68.34 (1.96) | 89.58 (3.10) | 106.53 (2.08) |
| HDS*Namchi | 29 | 12.84 (0.52) | 41.50 (1.84) | 67.88 (1.97) | 86.50 (3.13) | 102.08 (2.12) |
| RS*Namchi | 27 | 13.90 (0.49) | 44.72 (1.70) | 68.66 (1.75) | 82.64 (2.77) | 105.59 (1.93) |
| CDS*Kapsiki | 46 | 14.88 (0.41) | 57.17 (1.42) | 76.00 (1.52) | 97.36 (3.39) | 112.96 (1.66) |
| HDS*Kapsiki | 20 | 16.51 (0.58) | 60.04 (2.08) | 79.80 (2.23) | 99.53 (3.57) | 113.05 (1.93) |
| RS*Kapsiki | 17 | 15.00 (0.68) | 56.76 (2.35) | 69.93 (2.39) | 94.46 (3.73) | 120.35 (2.53) |
| Sex*breed | | NS | NS | NS | ** | NS |
| Namchi male | 35 | 13.27 (0.44) | 59.11 (1.52) | 77.45 (1.62) | 94.56 (2.93) | 113.09 (2.01) |
| Namchi female | 33 | 12.16 (0.50) | 43.48 (1.77) | 69.87 (2.51) | 88.57 (2.51) | 104.50 (1.71) |
| Kapsiki male | 45 | 13.19 (0.42) | 56.87 (1.49) | 66.72 (1.88) | 99.68 (2.44) | 117.83 (1.73) |
| Kapsiki female | 50 | 15.76 (0.40) | 42.27 (1.39) | 73.03 (1.59) | 83.91 (2.48) | 104.97 (1.74) |
| BWT | | | *** | | NS | NS |
| TWT | | | | *** | | NS |
| SWT | | | | | *** | ** |
| NWT | | | | | | *** |

N: sample size; BWT, TWT, SWT, NWT and YWT: weight at birth, three, six, nine and 12 months, respectively

CS: calving season; CDS: cold dry season; HDS: hot dry season; RS: rainy season

NS: $p > 0.05$; * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$; *** $P < 0.001$

Table II

Least squares means for cumulative daily weight gain (kg/day) in Namchi and Kapsiki cattle breeds

| Effect | N | ADG1 (SE) | ADG2 (SE) | ADG3 (SE) | ADG4 (SE) |
|----------------------|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|
| μ | 163 | 0.40 (0.01) | 0.33 (0.01) | 0.28 (0.01) | 0.27 (0.01) |
| Breed | | *** | *** | *** | *** |
| Namchi | 80 | 0.32 (0.01) | 0.25 (0.01) | 0.21 (0.01) | 0.21 (0.01) |
| Kapsiki | 83 | 0.48 (0.01) | 0.39 (0.01) | 0.35 (0.01) | 0.32 (0.01) |
| CS | NS | NS | * | NS | |
| CDS | 70 | 0.39 (0.01) | 0.32 (0.01) | 0.29 (0.01) | 0.26 (0.01) |
| HDS | 49 | 0.40 (0.01) | 0.33 (0.01) | 0.30 (0.01) | 0.26 (0.01) |
| RS | 44 | 0.41 (0.02) | 0.32 (0.01) | 0.25 (0.01) | 0.26 (0.01) |
| Sex | | NS | ** | NS | NS |
| Male | 68 | 0.41 (0.01) | 0.34 (0.01) | 0.29 (0.01) | 0.27 (0.01) |
| Female | 95 | 0.39 (0.01) | 0.31 (0.01) | 0.27 (0.01) | 0.26 (0.01) |
| Calving year | | *** | *** | *** | *** |
| Breed*calving season | NS | *** | ** | ** | |
| CDS*Namchi | 24 | 0.31 (0.02) | 0.25 (0.02) | 0.23 (0.01) | 0.21 (0.01) |
| HDS*Namchi | 29 | 0.30 (0.02) | 0.24 (0.02) | 0.21 (0.01) | 0.20 (0.01) |
| RS*Namchi | 27 | 0.34 (0.02) | 0.27 (0.01) | 0.21 (0.01) | 0.22 (0.01) |
| CDS*Kapsiki | 46 | 0.48 (0.02) | 0.39 (0.01) | 0.35 (0.01) | 0.31 (0.01) |
| HDS*Kapsiki | 20 | 0.51 (0.02) | 0.44 (0.02) | 0.39 (0.02) | 0.34 (0.01) |
| RS*Kapsiki | 17 | 0.47 (0.03) | 0.35 (0.02) | 0.31 (0.02) | 0.31 (0.01) |
| Sex*breed | | NS | NS | NS | NS |
| Namchi male | 35 | 0.50 (0.01) | 0.14 (0.01) | 0.35 (0.01) | 0.32 (0.01) |
| Namchi female | 33 | 0.32 (0.01) | 0.26 (0.01) | 0.23 (0.01) | 0.22 (0.01) |
| Kapsiki male | 45 | 0.47 (0.01) | 0.37 (0.01) | 0.35 (0.01) | 0.32 (0.01) |
| Kapsiki female | 50 | 0.31 (0.01) | 0.24 (0.01) | 0.20 (0.01) | 0.20 (0.01) |

N: sample size; ADG1, ADG2, ADG3 and ADG4: average daily weight gains at three, six, nine and 12 months, respectively

CS: calving season; HDS: hot dry season; CDS: cold dry season; RS: rainy season

NS: not significant; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$

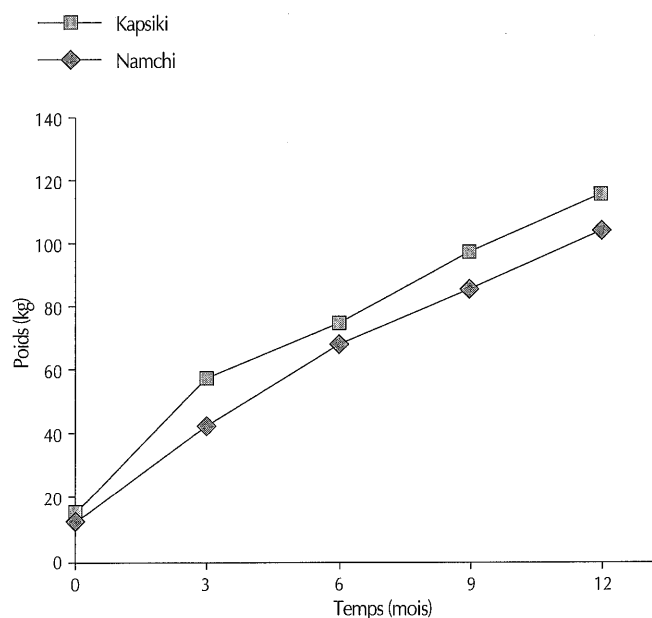


Figure 1: Evolution of liveweights in Namchi and Kapsiki calves.

With the exception of the adjusted yearling weight, the calving year significantly ($P < 0.05$ or $P < 0.001$) affected all other traits. The significant effect of the year of calving on weight traits could be attributed to the very short and inconsistent annual rainfall, which generally affects the quality and quantity of feed (forage) available for animal growth.

Apart from adjusted liveweights at six and nine months that were affected by sex ($P < 0.05$), and by sex by breed ($P < 0.01$), respectively, the other liveweight traits were insensitive ($P > 0.05$). Male calves of both breeds, generally outperformed their female contemporaries in liveweights from three months to yearling age and in cumulative daily gain from birth to yearling age (Tables I and II).

With the exception of the adjusted yearling weight ($P < 0.01$), the other liveweight traits were insensitive ($P > 0.05$) to the calving season. However, the calving season by breed first interaction significantly ($P < 0.05$) affected the adjusted liveweights at six and 12 months. The cumulative daily weight gains from three to six months (ADG2), six to nine months (ADG3), and nine to 12 months (ADG4) were significantly ($P < 0.001$; Table II) affected by the season of calving by breed interaction. The Namchi calves generally grew faster and gained more weight when

dropped in the rainy season (October to January breeding), when feed (forage) was nutritious, readily available and contributed directly or indirectly to preweaning growth (birth to six months). Namchi calves also grew faster and gained more weight during their postweaning growth (nine to 12 months) during the cold dry season (February to April breeding) than Kapsiki calves that were heavier and grew faster from birth to yearling when dropped in the hot dry season. The inherent advantage acquired by breeding females in the previous rainy season (June to September breeding), when forage was abundant and nutritious, contributed directly or indirectly to this performance.

The calf birth weight, as a covariate, was quite sensitive ($P < 0.001$) on liveweights at three and nine months, but not subsequently. This might indicate that calves with heavier birth weights tended to maintain this superiority throughout the preweaning period. The calf weight at three months was a highly sensitive ($P < 0.001$) covariate for liveweights at six and nine months. The effect of the liveweight at six months as a covariate was significant for the liveweight at nine months ($P < 0.05$) and twelve months ($P < 0.01$). The nine-month weight as a covariate was quite sensitive ($P < 0.001$) for the twelve-month weight (Table I). Consequently, preweaning weights as covariate significantly affected the weaning weight (nine months). This might be attributed to an early increase in the maternal effect and derived maternal antibodies on calf growth as reported above. Contiguous liveweights traits also tended to affect each other more as covariates than did non-contiguous traits.

CONCLUSION

Kapsiki calves outperformed Namchi calves in the harsh stressful Sahel environment, characterized by an inconsistent pattern of rainfall and a very long and severe dry season. However, both breeds indicated encouraging weight gains between zero and twelve months of age. Both breeds were also well adapted to seasonal changes as indicated by the non-significant effect of the season on the liveweight. The rainy season was more favorable for the production of heavy and fast growing Namchi calves. The hot dry season was favorable for the production of heavy and fast growing Kapsiki calves. In progressive management systems within the Sahelian region, it might be necessary to breed Namchi and Kapsiki females for rainy and dry season calvings, respectively. Although the sex effect was inconsequential, male calves tended to be heavier and grew faster than female calves from three to yearling.

Acknowledgments

The authors are grateful to the authorities of the Institute of Agricultural Research for Development of Cameroon for authorizing the publication of this work. The contribution at various periods of Drs Tayou, Bosch and Deciry, and Messrs Asanji and Abakar for data collection is also acknowledged. The encouragement from Dr Tanya is equally acknowledged.

REFERENCES

1. ABOAGYE G.S., TAWAH C.L., REGE J.E.O., 1994. Shorthorn cattle of West and Central Africa. III. Physical, adaptive and special genetic characteristics. *World Anim. Rev.*, **78**: 22-32.
2. ACHUKWI M.D., TANYA V.N., HILL E.W., BRADLEY D.G., MEGHEN C., SAUVEROCHE B., BANSER J.F., DOKI J.N., 1997. Susceptibility of Namchi and Kapsiki cattle of Cameroon to trypanosome infection. *Trop. Anim. Health Prod.*, **4**: 219-226.
3. DINEUR B., OUMATE O., THYS E., 1982. Les taurins Kapsiki, race bovine des monts du Mandara (Nord Cameroun). In : Actes du colloque sur la production animale tropicale au bénéfice de l'homme, 17-18 Décembre 1982. Antwerp, Belgique, Institut de médecine tropicale Prince Léopold, p. 181-188.
4. DINEUR B., THYS E., 1986. Les Kapsiki : race taurine de l'Extrême-Nord camerounais. I. Introduction et barymétrie. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **39** : 435-442.
5. EBANGI A.L., ERASMUS G.J., TAWAH C.L., MBAH D.A., MESSINE O., 2001. Prediction of maternal performance from pre-weaning weight traits in Gudali beef cattle in a tropical environment. *Revisa Portug. Zootec.*, **8**: 33-43.
6. EBANGI A.L., NWAKALOR L.N., MBAH D.A., ABBA D., 1996. Factors affecting the birth weight and neonatal mortality of Massa and Fulbe sheep breeds in a hot and dry environment, Cameroon. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **49**: 349-353.
7. FAO, 1992. The management of global animal genetic resources. In: Animal Production and Health Newsletter No 104. Rome, Italy, FAO.
8. ILCA, 1979. Trypanotolerant livestock in West and Central Africa, Vol. 1. Addis Ababa, Ethiopia, ILCA, 148 p. (Mono. No 2)
9. IRZ, 1985. Rapport annuel de la station de Yagoua, 1984/1985 : Les taurins Kapsiki et Namchi. Yaoundé, Cameroun, Irz, p. 16-50.
10. IRZ, 1986. Rapport annuel de la station de Yagoua, 1985/1986 : Différences phénotypiques entre taurins Kapsiki et Namchi. Yaoundé, Cameroun, Irz, p. 79-86.
11. IRZ, 1987. Rapport annuel de la station de Yagoua - 1986-1987. Yaoundé, Cameroun, Irz, 107 p.
12. NGOME E.A., 1993. Dissemination of genetic improvement in Cameroon. In: Animal Production and Health Newsletter No 110. Rome, Italy, FAO, p. 211-214.
13. OLIVER J., 1983. Beef cattle in Zimbabwe. *Zimbabwe J. Agric. Res.*, **21**: 1-17.
14. REGE J.E.O., ABOAGYE G.S., TAWAH C.L., 1994. Shorthorn cattle of West and Central Africa. I. Origin, distribution, classification and population statistics. *World Anim. Rev.*, **78**: 2-13.
15. REGE J.E.O., ABOAGYE G.S., TAWAH C.L., 1994. Shorthorn cattle of West and Central Africa. II. Ecological settings utility, management and production systems. *World Anim. Rev.*, **78**: 14-21.
16. STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS INSTITUTE, 1991. SAS/STAT Guide for personal computers, Vers. 6.03. Cary, NC, USA, SAS Institute.
17. STAW A.P.M., HOSTE C.H., 1987. Trypanotolerant cattle and livestock development in West and Central Africa. In: Animal Production and Health Newsletter No 67/2. Rome, Italy, FAO.
18. SAUVEROCHE B., THYS E., 1994. Conservation. Pourquoi et comment préserver les races bovines Namchi et Kapsiki au Cameroun. *Anim. Genet. Resour. Inf.*, **24** : 25-41.
19. TAWAH C.L., MBAH D.A., 1989. Cattle breeds evaluation and improvement in Cameroon: a review of the situation. Ngaoundere, Cameroon, Institute of Animal Research, 29 p.
20. TAYOU K.R., NGWA A.T., 1987. Taurins Kapsiki et Namchi : des différences phénotypiques. *Revue sci. tech. Off. int. Epizoot.*, **3** : 150-161.

Reçu le 25.06.2001, accepté le 19.09.2003

Résumé

Ebangi A.L., Mbah D.A., Abba D. Caractérisation de la performance de croissance des Namchi et des Kapsiki, races bovines camerounaises menacées de disparition

De 1985 à 1990, les performances de croissance de 80 veaux Kapsiki et de 83 veaux Namchi ont été suivies tous les trois mois de la naissance à un an à la station de Recherche agricole pour le développement de Yagoua. Les performances de croissance ont été analysées par la procédure du modèle linéaire général de SAS pour les poids à la naissance (PN) et aux âges de trois mois (PTM), six mois (PSM), neuf mois (PNM) et 12 mois (PDM). Les moyennes ont été de 13,2 et 15,5 kg, 42,9 et 58 kg, 68,3 et 75,2 kg, 85,9 et 97,6 kg, et 104,7 et 115,5 kg respectivement pour les PN, PTM, PSM, PNM et PDM chez les veaux Namchi et Kapsiki. Les gains de poids quotidiens cumulés ont été de 0,32 et 0,48 kg, 0,25 et 0,39 kg, 0,21 et 0,35 kg, et 0,21 et 0,32 kg respectivement entre les PN et PTM, PTM et PSM, PSM et PNM, et PNM et PDM, chez les veaux Namchi et Kapsiki. La performance de croissance a été significativement supérieure ($P < 0,001$) chez les veaux Kapsiki par rapport aux veaux Namchi pour tous les caractères considérés. La saison n'a pas eu d'effet significatif ($P > 0,05$) sur la croissance, excepté sur les PSM et PDM ($P < 0,05$) chez les deux races. Le sexe n'a pas influé ($P > 0,05$) sur les traits étudiés. Cependant, les veaux mâles des deux races ont eu un poids plus élevé et leur croissance a été plus rapide que ceux des femelles. La saison pluvieuse et la saison sèche froide ont été des périodes favorables pour la production de veaux Namchi plus performants et à croissance plus rapide tandis que la saison sèche chaude a eu les mêmes effets chez les veaux Kapsiki.

Mots-clés : Bovin Namchi – Bovin Kapsiki – Veau – Gain en poids vif – Race en danger – Cameroun.

Resumen

Ebangi A.L., Mbah D.A., Abba D. Caracterización del rendimiento en el crecimiento de razas de ganado Namchi y Kapsiki en peligro de extinción en Camerún

Se siguió, a intervalos trimestrales, el rendimiento en el crecimiento de 80 terneros Kapsiki y 83 Namchi, entre 1985 y 1990, desde el nacimiento hasta un año de edad. Los terneros fueron mantenidos en la estación de Yagoua en el Instituto de Desarrollo de la Investigación Agrícola. Se evaluaron el peso al nacimiento (BWT) y peso vivo a los tres (TWT), seis (SWT), nueve (NWT) y doce (YWT) meses, mediante el procedimiento del modelo lineal general SAS. Los promedios fueron de 13,2 y 15,5 kg, 42,9 y 58 kg, 68,3 y 75,2 kg, 85,9 y 97,6 kg, y 104,7 y 115,5 kg para BWT, TWT, SWT, NWT, y YWT, en terneros Namchi y Kapsiki, respectivamente. Las ganancias de peso diarias acumulativas fueron de 0,32 y 0,48 kg, 0,25 y 0,39 kg, 0,21 y 0,35 kg, y 0,21 y 0,32 kg, entre BWT y TWT, TWT y SWT, SWT y NWT, y NWT y YWT, para Namchi y Kapsiki, respectivamente. El rendimiento del crecimiento de la raza Kapsiki fue significativamente ($P < 0,001$) más elevado que el de la raza Namchi para todos los caracteres. El efecto de la estación no fue significativo ($P > 0,05$), excepto para los pesos a los seis y doce meses ($P > 0,05$) en ambas razas. El sexo no afectó los caracteres ($P > 0,05$). Sin embargo, los terneros machos fueron más pesados y crecieron más rápidamente que las hembras. La estación lluviosa y la estación fría seca fueron favorables como periodos de parto para la producción de terneros Namchi más pesados y con un crecimiento más rápido, mientras que la estación seca y caliente favoreció en la raza Kapsiki la producción de terneros más pesados y de crecimiento más rápido.

Palabras clave: Ganado bovino Namchi – Ganado bovino Kapsiki – Ternero – Ganancia de peso vivo – Raza en peligro de extinción – Camerún.

Ultrasonographic Imaging to Monitor Early Pregnancy in the Camel (*Camelus dromedarius*)

Sumant Vyas^{1*} G.N. Purohit²
P.K. Pareek² M.S. Sahani¹

Key words

Camelus dromedarius – Bikaneri dromedary – Echography – Fetus – Pregnancy diagnosis – Reproduction – India.

Summary

Six female one-humped camels of Bikaneri breed were mated with virile studs when follicles equal to or larger than 9 mm in diameter could be observed ultrasonographically. Real time B-mode ultrasound was used to detect and monitor the early conceptus, its growth and anatomical features between days 18 and 40 postmating. The embryonic vesicle and embryo proper within the vesicle were first visible on days 18 and 23 postmating, respectively. The heartbeat of the embryo proper could be detected on day 30. The allantois and amnion were first identified on day 40. The optic area was first identified on day 40 postmating. The ultrasonography method can help to identify pregnant or nonpregnant she-camels as early as day 20 of pregnancy, the results being available instantaneously.

INTRODUCTION

One of the main problems for the improvement of one-humped camel production is the low reproductive efficiency of the species. Among factors influencing the reproductive performance are seasonal breeding, late maturity and long intercalving periods (10, 30).

The breeding season of female camels in India is of short duration (three months, December to February) (15) and therefore necessitates the identification of nonpregnant females in order to rebreed them with least possible delay. Non-return to estrus as well as reproductive tract palpation have been the common methods employed by skilled veterinarians and practitioners for pregnancy diagnosis in cattle and buffalo. However, returns to service are difficult to detect in camels due to their induced ovulatory nature and absence of true estrus, and the delay of 60 to 70 days for detection of pregnancy by rectal palpation (19) are the major disadvantages of using these two methods in the camel.

Accurate detection and monitoring of pregnancy status is important for successful management of fertility on the farm. Plasma progesterone assay is often the method of choice for early detection of pregnancy, but it requires radioimmunoassay laboratory or ELISA equipment, sampling at a given time, and the

results are not available instantaneously (8, 29). Real-time B-mode ultrasonography has been used recently to detect pregnancy in cattle (8, 9), mare (13) and buffalo (21). More work has been carried out in South American Camelidae, like llama and alpaca (1, 5, 11, 18, 20), than in the dromedary (one-humped) camel (22, 25). The objective of the present experiment was to assess the use of linear array real time B-mode ultrasound for the detection of early pregnancy in the one-humped camel.

MATERIALS AND METHODS

Experimental animals

Six adult one-humped female camels of Bikaneri breed that belonged to the herd of the National Research Centre on Camels, Bikaner, and calved at least once were used in the study. The camels were clinically healthy and were provided with adequate nutrition in accordance with standard farm practices. The mean (\pm SE) weight of camels at the beginning of the experiment was 526.3 ± 19.1 kg and the mean height at withers was 196 ± 1.6 cm. The experimental female camels were kept in loose but under intensive management conditions during the experiment period. They were confined in a camel yard, were offered ration once daily and were taken out once daily for watering. Female camels were mated with virile studs when follicles equal to or larger than 9 mm in diameter were observed ultrasonographically (23).

Ultrasound examination

The ultrasound scanner used for the study was Scanner-200 Vet (Pie-Medicals Equipment BV, Phillips G 2227 AJ, Maastricht, The Netherlands). As per instructions of the manufacturer, contrasts

1. National Research Centre on Camel, PB 07, Bikaner 334001, India

2. Department of Animal Reproduction, Gynecology and Obstetrics, College of Veterinary and Animal Science, Bikaner 334001, India

* Corresponding Author

Tel.: 91 151 231944; fax: 91 151 230183; e-mail: sumantv@scientist.com

and gains were adjusted to obtain a clear image with good resolution. The machine was placed on a movable trolley at appropriate level for easy visibility of the operator and to make controls of machine approachable to the operator during scanning.

Ultrasound examination of internal genitalia was attempted in sitting position as described previously (28). The she-camel was restrained in sternal recumbent posture on ground with all four legs tightly fastened using ropes. Injectable Xylazine (xylazine, Indian Immunologicals, India), 80-120 mg was administered intravenously which induced sufficient sedation for examination within 5 min and the effect lasted for 30 min. The rectum was evacuated of all feces before insertion of the transducer. The active surface of the transducer (where piezoelectric crystals are located) was lubricated with gel and inserted by a cupped, lubricated hand through anal opening, before progressing cranially along the rectal floor to overlie the reproductive tract. The lubricated face of the transducer was pressed firmly towards the ventral rectal wall to ensure the transmission of ultrasound waves through rectal mucosa into pelvic and abdominal viscera. The urinary bladder was recognized immediately as homogenous nonechoic, i.e. completely black and taken as landmark for genital tract ultrasonography. As the transducer face was moved cranially along the rectal floor, beyond the urinary bladder, the uterus was imaged, as it lies ventrally to the rectum. When the transducer was moved laterally and slightly downward by changing its angle in the rectum, the uterine horns appeared in cross-section to oblique section.

The female camels were scanned ultrasonographically on days 18, 20, 23, 30 (six camels) and 40 (three camels) postmating. The observations were recorded on a videocassette recorder interfaced with the scanner. The first detection of the embryonic vesicle, embryo proper, heartbeats, allantois and amnion were recorded.

■ RESULTS

The conceptus was recognized at day 18 postmating as a typical "black hole" type of fluid accumulation in the lumen of the left uterine horn depending upon the angle of contact of the ultrasound curtain with the uterus. It appeared as discrete and roughly spherical in cross-section (Figure 1), and it was irregular and elongated when the ultrasound beam transected the uterine horn tangentially. In one she-camel, the examination was done on day 20. The conceptus was found to be considerably elongated and appeared as a discrete and easily recognized accumulation of conceptus fluids (Figure 2). Its diameter and outline varied appreciably in different parts of the uterine horn. These changes were caused mainly by endometrial folds indenting the conceptus at odd places and by fluid movement within the conceptus while carrying out the examination.

At day 23 postmating the diameter of the nonechogenic conceptus fluid accumulation in the left uterine horn was found to be increased to 2.9 cm (Figure 3) and the diameter became more uniform along the length of the horn. The embryo itself was first recognizable at this stage as a small echogenic "blob" inside the conceptus, which was apparently attached closely to the endometrium in the ventral region of the uterus.

At day 30 postmating, the overall diameter of the conceptus increased more rapidly due to accumulation of fetal fluids. The echoic embryo was imaged lying slightly ventrally within the anechoic luminal center of the echoic uterine cross-sectional image. As pregnancy advanced the echogenic embryo within the fluid became more prominent as it enlarged steadily and it appeared to detach itself progressively from the uterine wall (Figure 4).

By day 40 postmating the endometrium was found raised in irregular manner (folds) throughout its length. A division was observed occasionally between the amniotic fluid surrounding the fetus and the much larger volume of allantoic fluid external to this. The amniotic fluid seemed to contain echogenic debris, whereas the allantoic fluid was much cleaner and nonechoic (Figure 5).

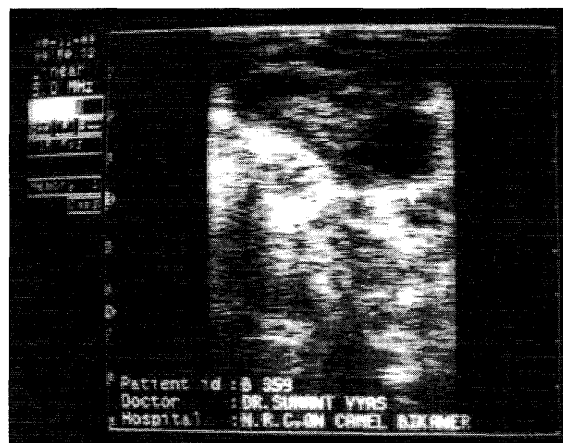


Figure 1: Ultrasonogram of uterus showing anechoic embryonic vesicle (day 18 postmating); cross-sectional view.

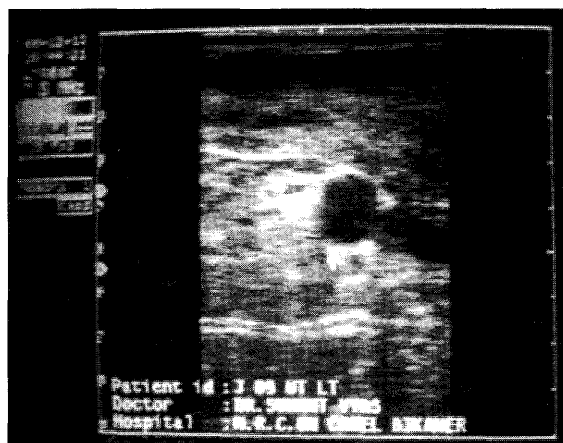


Figure 2: Ultrasonogram of uterus showing elongated embryonic vesicle (day 20 postmating); cross-sectional view.

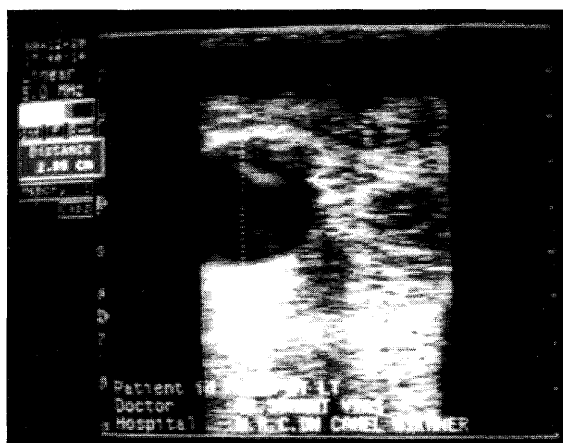


Figure 3: Ultrasonogram of uterus showing large embryonic vesicle (2.89 cm, day 23 postmating), embryo proper visible; transducer was placed on ventro-lateral aspect of left horn.

The fetus was easily recognizable as having identifiable features by day 40 postmating. The head, trunk and limb regions were clearly visible (Figure 6). The optic area was imaged as a nonechogenic or anechoic spot in the head region (Figure 7). The ultrasonographic appearance of the fetus and fetal parts depended greatly on the orientation of the fetus and that of the transducer. Figures 5 to 9 depict

the ultrasonographic images from the same uterine horn of a she-camel being examined on day 40 postmating. This clearly indicated that at day 40 postmating, accuracy of fetal parts identification and measurement was difficult and influenced by the animal movement, uterine horn, conceptus fluid, positioning of the transducer and the plane of the ultrasound wave cutting across the uterus.

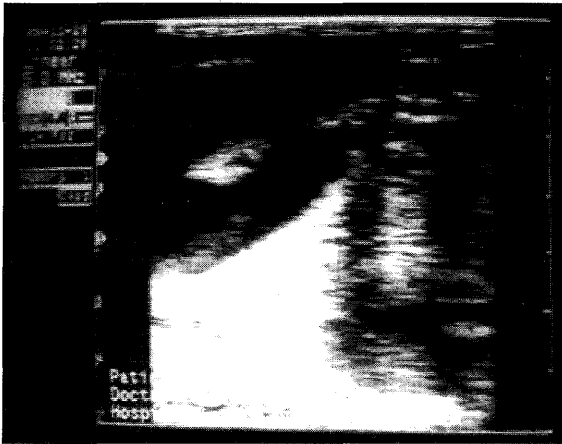


Figure 4: Ultrasonogram of uterine horn (day 30 postmating) showing suspended embryo, cardiac region (black, anechoic spot) within the embryo proper is visible.

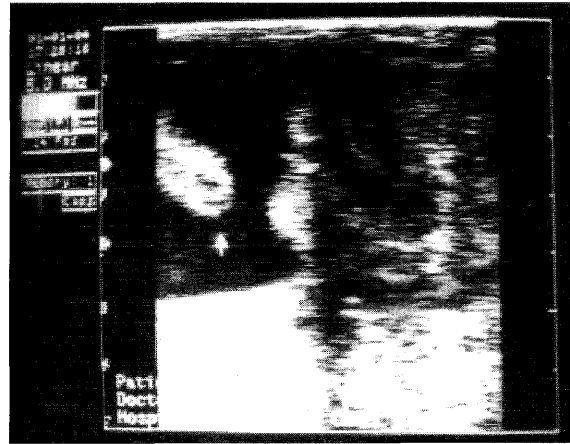


Figure 7: Ultrasonogram of day 40 postmating showing optic area (anechoic spot in head region) of fetus.

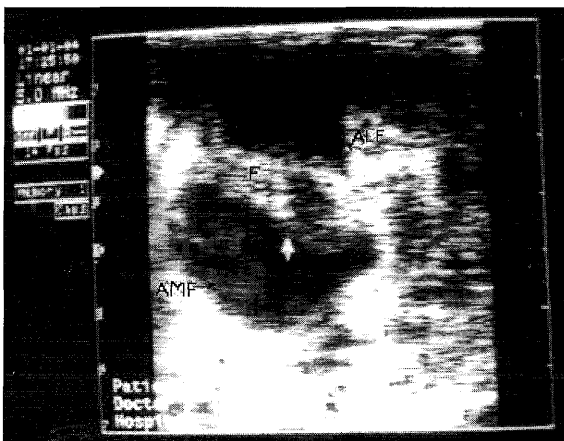


Figure 5: Ultrasonogram of day 40 postmating showing amniotic fluid (AMF, slightly echogenic), allantoic fluid (ALF, anechoic) and cardiac region (anechoic spot in echogenic fetus, F).

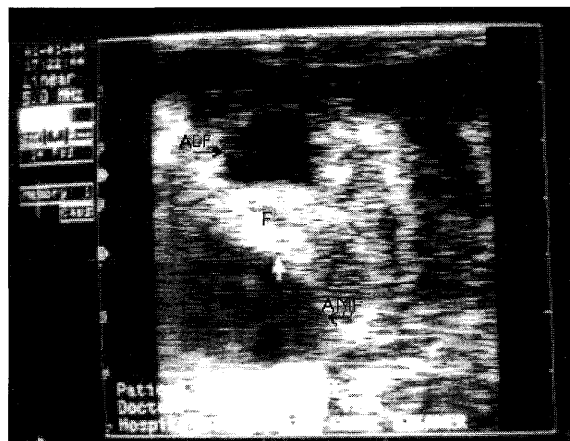


Figure 8: Ultrasonogram of day 40 postmating showing fetus (F), amniotic fluid (AMF, slightly echogenic) and allantoic fluid (ALF, clear anechoic).

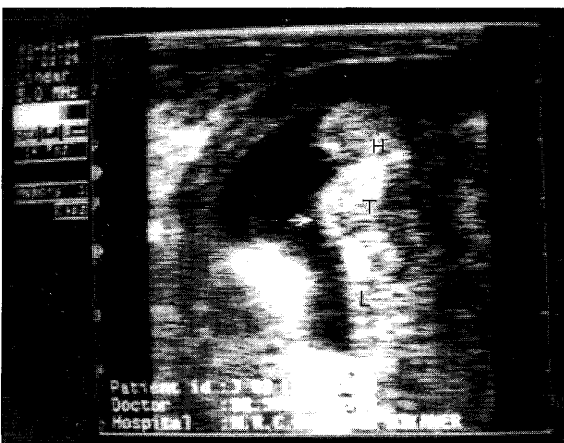


Figure 6: Ultrasonogram of day 40 postmating showing three distinct fetal parts (H = head, T = trunk, L = limb region) and optic area (anechoic spot in head region).

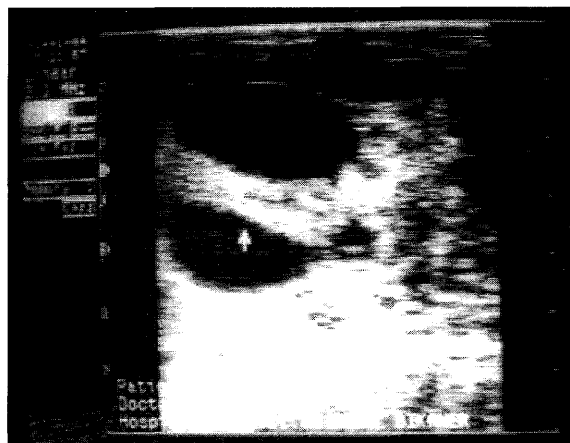


Figure 9: Ultrasonogram of day 40 postmating showing echogenic fetus.

The small hypoechoic dot within the embryo's image observed on day 30 postmating was the region of the embryonic heart (Figure 4). At day 30 postmating the embryonic heartbeat was discernible in real time as a rapid rhythmical fluttering movement in the cardiac region located in the center of the echogenic embryo. In the present study, the heartbeat was counted for 15 s and then multiplied by 4 to take the values of beats per minute. The heartbeat mean values on days 30 and 40 were 202.7 ± 3.5 and 174.7 ± 3.5 beats/min, respectively.

The corpus luteum is the major source of progesterone during pregnancy in one-humped camels and its presence is required throughout the gestation period. Therefore, in the present study, ultrasonographic visualization of the corpus luteum was also taken, which added to the accuracy of the early pregnancy diagnosis. The corpus luteum of pregnancy was observed to be larger in diameter, and it was observed to have a central hypoechoic or nonechoic fluid filled area on days 20, 30 and 40 postmating.

The ultrasonographic examination on days 20, 30 and 40 postmating for early pregnancy diagnosis revealed pregnancy in three out of six females that were mated with virile studs. In all three cases conceptus was found in the left horn.

DISCUSSION

Ultrasonography is a noninvasive powerful tool for early pregnancy diagnosis, fetal heart rate and placental development in the human (4), as well as in domestic animals like cattle (8, 9), mares (13), goats (29), sheep (12), pigs (17), llamas and alpacas (11, 18, 20).

Ultrasound technology can also prove to be a reliable tool for detecting a conceptus as early as day 20 postmating in the camel, since return to service is difficult to detect in the camel, due to lack of definite estrous cycle and less obvious external signs of estrus. Some information is available in the literature regarding the early detection of camel embryo and fetal cardiac activity (24). The present study was therefore carried out to detect early pregnancy and cardiac activity of one-humped camel conceptus.

It was shown in the present investigation that ultrasonographic examination allowed accurate diagnosis of pregnancy in the dromedary camel at a much earlier stage of gestation than was possible by palpation alone. The first discrete accumulation of fetal fluids in the uterine lumen was visible by day 18 postmating. Observations by real time ultrasound of the pregnant she-camel allowed for the visualization of the embryonic vesicle on day 18. The vesicle was first spherical and became elongated and irregular in shape after day 23. However, when the transducer was placed on ventro-lateral aspect of the horn, the embryonic vesicle was visible as spherical. Definite diagnosis of pregnancy could be made based on the accumulated fetal fluids and echogenic embryo with its pulsatile heart by day 30 postmating. Similar results but with early diagnosis of fetus on day 20 postovulation (25, 26) and day 23 postovulation (23) were reported earlier. The time elapsed between mating and ovulation in camel is 24 to 36 h (16). Therefore, there was not much difference in days of first detection of the embryo proper in the present study compared to earlier reports. However, this was at least 30 days before pregnancy in she-camel can be diagnosed confidently by rectal palpation (3, 19).

The fetal heart and heart rates were observed on day 30. The estimated fetal heart rate was 202.6 ± 3.5 beats/min on the day of first detection (day 30 postmating). This was similar to the heart rate measured in buffalo (203 beats/min; 21), but faster than the ultrasonically measured heart rate in the bovine

embryo (188 beats/min; 14). The heart rate decreased to 174.7 ± 3.5 beats/min on day 40, which was similar to the decrease found in the fetal heart rate measured in the mare (7) and the cow (9).

In the present investigation, the amniotic fluid owing to presence of slightly echogenic debris could be discerned easily from the allantoic fluid, which was very clear, larger in volume and completely nonechoic. But the echogenic amniotic band surrounding the fetus, which is characteristic of bovine (6) and buffalo fetuses (21) throughout the gestation, was not observed in the present study. However the present findings were similar to earlier reports (22, 24, 26) that did not mention an echogenic amniotic ring or band around camel conceptus.

On day 40 postmating, the fetal head, trunk and limbs were easily discernible. The optic area was a nonechogenic spherical structure and was observed on day 40 postmating. This area was surrounded by an echogenic bony socket. The nonechogenic structure might perhaps have been due to the presence of the optic lens. Similar observations were also reported in cattle (27) and buffalo (21).

Although both ovaries function almost equally, it was revealed by ultrasonographic examination in the present study that all pregnancies were located in the left horn. Embryonic migration from the right to the left uterine horn in she-camel is common and always seems to occur when the right ovary ovulates and the left ovary does not (2).

CONCLUSION

Early detection of embryo plays an important role in camel breeding because return to service are difficult to detect due to lack of definite estrous cycle and less obvious external signs of estrus. Therefore, a noninvasive method of early pregnancy diagnosis with ultrasound would greatly help to identify nonpregnant she-camels as early as day 20.

REFERENCES

1. ALARCON V., SUMAR J., RIERA G.S., FOOTE W.C., 1990. Comparison of three methods of pregnancy diagnosis in Alpacas and Llamas. *Theriogenology*, **34**: 1119-1127.
2. ARTHUR G.H., 1992. An overview of reproduction in the camelids. In: Allen W.R. *et al.* Eds, Proc. First int. Camel Conf., Dubai, United Arab Emirates, 2-6 February 1982. Newmarket, UK, R. & W. Publications, p. 109-113.
3. BANERJEE S.P., VYAS K.K., PAREEK P.K., DEORA K.S., VYAS U.K., 1981. Note on clinical diagnosis of early pregnancy in camel. *Indian J. Anim. Sci.*, **51**: 909-910.
4. BIRNHOLZ J.C., FARREL E.E., 1984. Ultrasound images of human fetal development. *Am. Sci.*, **72**: 608-613.
5. BOURKE D.A., ADAM C.L., KYLE C.E., 1992. Ultrasonography as an aid to controlled breeding in the llama (*Lama glama*). *Vet. Rec.*, **130**: 424-428.
6. BOYD J.S., 1995. Real-time diagnostic ultrasound in bovine reproduction. In: Goddard P.J. Ed., *Veterinary ultrasonography*. Wallingford, UK, CAB International, p. 233-257.
7. CURRAN S., GINTHER O.J., 1995. M-mode ultrasonic assessment of equine fetal heart rate. *Theriogenology*, **44**: 609-617.
8. CURRAN S., PIERSON R.A., GINTHER O.J., 1986. Ultrasonographic appearance of the bovine conceptus from days 10 through 20. *J. Am. vet. Med. Assoc.*, **189**: 1289-1292.
9. CURRAN S., PIERSON R.A., GINTHER O.J., 1986. Ultrasonographic appearance of the bovine conceptus from days 20 through 60. *J. Am. vet. Med. Assoc.*, **189**: 1295-1302.

10. DJELLOULI M.S., SAINT-MARTIN G., 1992. Productivity and economy of camel breeding in Tunisia. In: Allen W.R. *et al.* Eds, Proc. First int. Camel Conf., Dubai, United Arab Emirates, 2-6 February 1982. Newmarket, UK, R. & W. Publications, p. 209-212.
11. GAZITUA F.J., CORRADINI C., FERRANDO G., RAGGI L.A., VICTOR H.P., 2001. Prediction of gestational age by ultrasonic fetometry in llama (*Lama glama*) and alpacas (*Lama pacos*). *Anim. Reprod. Sci.*, **66**: 81-92.
12. FOWLER D.G., WILKINS J.C., 1984. Diagnosis of pregnancy and number of fetuses in sheep by real-time ultrasound imaging. I. Effect of number of fetuses, stage of gestation, operator and breed of ewes on accuracy of diagnosis. *Livest. Prod. Sci.*, **11**: 437-450.
13. GINTHER O.J., 1983. Mobility of the early equine conceptus. *Theriogenology*, **19**: 603-609.
14. KASTELIC J.P., CURRAN S., PIERSON R.A., GINTHER O.J., 1988. Ultrasonic evaluation of the bovine conceptus. *Theriogenology*, **29**: 39-54.
15. KHANNA N.D., TANDON S.N., RAI A.K., 1990. Breeding parameters of Indian camels. *Indian J. Anim. Sci.*, **60**: 1347-1354.
16. MARIE M., ANOUASSI A., 1986. Mating induced luteinizing hormone surge and ovulation in the she-camel (*Camelus dromedarius*). *Biol. Reprod.*, **35**: 792-798.
17. MARTINAT-BOTTE F., RENAUD G., MADEC F., COSTIOU P., TERQUI M., 1998. Echographie et reproduction chez la truie. Paris, France, Inra/Hoechst Vet, p. 104.
18. MIALOT J.P., VILLEMMAIN L., 1994. Ultrasonic diagnosis of gestation in the llama and alpaca. *Recl Méd. vét.*, **170**: 23-27.
19. MUSA B.E., ABUSINEINA M.E., 1978. Clinical pregnancy diagnosis in the camel and a comparison with bovine pregnancy. *Vet. Rec.*, **102**: 7-10.
20. PARRAGUEZ V.H., CORTEZ S., GAZITUA F.J., FERRANDO G., MACNICEN V., RAGGI L.A., 1997. Early pregnancy diagnosis in alpaca (*Lama pacos*) and llama (*Lama glama*) by ultrasound. *Anim. Reprod. Sci.*, **47**: 113-121.
21. PAWSHE C.H., APPARAO K.B.C., TOTEY S.M., 1994. Ultrasonographic imaging to monitor early pregnancy and embryonic development in buffalo (*Bubalus bubalis*). *Theriogenology*, **41**: 697-709.
22. SKIDMORE J.A., BILLAH M., ALLEN W.R., 1992. Ultrasonographic and video-endoscopic monitoring of early fetal development in the dromedary camel. In: Allen W.R. *et al.* Eds, Proc. First int. Camel Conf., Dubai, United Arab Emirates, 2-6 February 1982. Newmarket, UK, R. & W. Publications, p. 193-201.
23. SKIDMORE J.A., BILLAH M., ALLEN W.R., 1996. The ovarian follicular wave pattern and induction of ovulation in the mated and non-mated one-humped camel (*Camelus dromedarius*). *J. Reprod. Fertil.*, **106**: 185-192.
24. TIBARY A., ANOUASSI A., 1996. Ultrasonographic changes of the reproductive tract in the female camel (*Camelus dromedarius*) during the follicular cycle and pregnancy. *J. Camel Prac. Res.*, **3**: 71-90.
25. TIBARY A., ANOUASSI A., 1997. Theriogenology in Camelidae: anatomy, physiology, pathology and artificial breeding, 1st Edn. Dubai, United Arab Emirates, Ministry of Culture and Information, p. 281-286.
26. TINSON A.H., MCKINNON A.O., 1992. Ultrasonography of the reproductive tract of the female dromedary camel. In: Allen W.R. *et al.* Eds, Proc. First int. Camel Conf., Dubai, United Arab Emirates, 2-6 February 1982. Newmarket, UK, R. & W. Publications, p. 129-135.
27. TOTEY S.M., SINGH G., TANEJA M., TALWAR G.P., 1991. Ultrasonography for detection of early pregnancy following embryo transfer in unknown breed of Bos indicus cow. *Theriogenology*, **35**: 487-497.
28. VYAS S., SAHANI M.S., 2000. Real time ultrasonography of ovaries and breeding of the one-humped camel (*Camelus dromedarius*) during the early postpartum period. *Anim. Reprod. Sci.*, **59**: 179-184.
29. WANI G.M., 1987. Ultrasonographic pregnancy diagnosis in sheep and goats. *World Rev. Anim. Prod.*, **23**: 43-48.
30. WILSON R.T., 1989. Reproductive performance of the one humped camel. The empirical base. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **42**: 117-125.

Accepté le 19.09.2003

Résumé

Sumant Vyas, Purohit G.N., Pareek P.K., Sahani M.S. Imagerie ultrasonographique pour le suivi du stade précoce de gestation chez le dromadaire (*Camelus dromedarius*)

Six femelles dromadaires de race Bikaneri ont été saillies par des mâles reproducteurs lorsque des follicules de dimension égales ou supérieurs à 9 mm ont pu être observés par échographie. L'échographie en mode B et en temps réel a été utilisée pour détecter le très jeune embryon et assurer le suivi de son développement, de sa croissance et de ses caractéristiques anatomiques entre les 18^e et 40^e jours après la monte. La vésicule embryonnaire et l'embryon proprement dit à l'intérieur de la vésicule ont été visibles respectivement aux 18^e et 23^e jours après la monte. Les pulsations cardiaques de l'embryon lui-même ont pu être détectées au 30^e jour. L'allantoïde et l'amnios ont été identifiés pour la première fois au 40^e jour. La zone optique a également été identifiée pour la première fois au 40^e jour après la monte. La méthode ultrasonographique peut permettre d'identifier l'état gravide ou non gravide des femelles dromadaires dès le 20^e jour de gestation et les résultats obtenus par cette méthode sont connus dans l'instant même.

Mots-clés : *Camelus dromedarius* – Dromadaire Bikaneri – Echographie – Fœtus – Diagnostic de gestation – Reproduction – Inde.

Resumen

Sumant Vyas, Purohit G.N., Pareek P.K., Sahani M.S. Imágenes ultrasonográficas para el monitoreo de la preñez precoz en el dromedario (*Camelus dromedarius*)

Seis hembras dromedarias (de una giba) de la raza Bikaneri se reprodujeron con machos viriles, al observar, mediante ultrasonografía, folículos iguales o mayores a 9 mm de diámetro. Se utilizó un ultrasonido de tiempo real de modo B para detectar y monitorear el concepto temprano, su crecimiento y características anatómicas, entre los días 18 y 40 post copulación. La vesícula embrionaria y el embrión en sí dentro de la vesícula, fueron visibles por primera vez al día 18 y 23 post copulación respectivamente. Las palpaciones del embrión fueron detectadas al día 30. El alantoides y el amnios fueron identificados por primera vez al día 40. El área óptica se identificó primero al día 40 post copulación. El método de ultrasonografía puede ayudar a identificar dromedarias preñadas o no a partir del día 20 de gestación, con resultados accesibles instantáneamente.

Palabras clave: *Camelus dromedarius* – Dromedario Bikaneri – Ecografía – Feto – Diagnóstico de la gestación – Reproducción – India.

Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux

ABONNEMENT/SUBSCRIPTION

| France | Union européenne <i>European Union</i> | Pays ACP <i>ACP countries</i> | Autres pays étrangers <i>Other foreign countries</i> |
|--------------------|---|----------------------------------|---|
| 76 € (≈ 498 FF) | 93 € (≈ 610 FF) | 60 € (≈ 393 FF) | 100 € (≈ 656 FF) |

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

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

nom/name:.....prénom/first name:.....

adresse/address:

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

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

.....€

Date

à l'ordre de LAVOISIER
payable to LAVOISIER

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

A retourner à / Return to

LAVOISIER
Brigitte Delestaing
14, rue de Provigny
94236 Cachan Cedex, France

tél : +33 (0)1 47 40 67 00
fax : +33 (0)1 47 40 67 03
abo@Lavoisier.fr
<http://www.Lavoisier.fr>

RECOMMANDATIONS AUX AUTEURS

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

- Le Rédacteur en chef accuse réception des manuscrits, puis les soumet au Comité de lecture. Les manuscrits peuvent alors être acceptés, refusés ou soumis à des demandes de modifications qui doivent être prises en compte (sauf justifications documentées).

La Rédaction se réserve le droit de renvoyer aux auteurs, avant toute lecture, les manuscrits non conformes aux recommandations suivantes :

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

- Le manuscrit est soumis en **3 exemplaires** complets dont un original. Le texte est dactylographié en **double interligne**, toutes les pages sont numérotées. Une **disquette (3.5 inches)** l'accompagne : le fichier texte est séparé du fichier tableaux et les deux fichiers sont au format Microsoft Word.

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

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

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

- **Tableaux :** numérotés en chiffre romains, dans l'ordre de leur apparition dans le texte.

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

- **Bibliographie :** numérotée en chiffres arabes, ordre alphabétique selon le nom des auteurs qui sont tous mentionnés ; référencée par des chiffres arabes entre parenthèses dans le texte ; ex. : « ... (19) ... (7, 21) ... ». La présentation est scrupuleusement respectée et aucun élément (ex : ville, pays et maison d'édition pour un ouvrage) ne doit manquer, selon les modèles suivants :

1. BERTHE D., 1987. Epidémiologie et prophylaxie des maladies infectieuses majeures : bilan et perspectives. Thèse Doct. vét., Eismv, Dakar, Sénégal, 120 p.

2. DENIS J.P., 1971. L'intervalle entre les vêlages chez le zébu Gobra (Peulh sénégalais). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **24** : 635-647.

3. DJAMEN N.P., HAVARD M., DJONNEWA A., 2001. Vers une démarche d'aide à la décision adaptée aux exploitations agricoles du Nord-Cameroun. In : Second comité scientifique du Prasac, Maroua, Cameroun, 5-9 février 2001, 15 p.

4. RICORDEAU G., 1981. Genetics: breeding plans. In: Gall C., Ed., Goat production. London, UK, Academic Press, p. 111-161.

Les publications **anonymes** seront classées au premier mot de titre.

Utiliser les normes internationales ISO pour l'abréviation de périodiques.

Les **épreuves** sont envoyées au premier auteur ou au correspondant ; un délai de quelques jours est donné pour signaler des corrections.

Trente **tirés à part** gratuits sont envoyés uniquement au premier auteur ou au correspondant désigné lors de l'expédition de l'article.

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

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

- The Editor-in-Chief acknowledges receipt of the manuscripts and submits them to the Editorial Board. The manuscripts may then be accepted, rejected or revisions may be requested. These must have been addressed when submitting a new version.

The Editorial Board may return without refereeing any manuscript that does not comply to the following guidelines:

- French is mandatory for French and francophone authors. English may be used in all other cases.

- Complete manuscripts are submitted in **triplicate**, including one original. The text is typed, **double-spaced**, the pages are numbered. A **3.5" disquette** is included. The text and tables are in separate files with both files saved under Microsoft Word.

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

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

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

- **Tables:** Roman numerals are used, in the order they appear in the text.

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

- **References:** numbered, in alphabetical order for a given author, with all the authors mentioned; they appear in the text within parentheses, e.g., "... (19) ... (7, 21) ...". A very special care is given to their presentation and no item may be omitted (e.g., do not forget the publisher's city and country when quoting a book), using the following examples as guidelines:

1. BERTHE D., 1987. Epidémiologie et prophylaxie des maladies infectieuses majeures : bilan et perspectives. Thèse Doct. vét., Eismv, Dakar, Sénégal, 120 p.

2. DENIS J.P., 1971. L'intervalle entre les vêlages chez le zébu Gobra (Peulh sénégalais). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **24** : 635-647.

3. DJAMEN N.P., HAVARD M., DJONNEWA A., 2001. Vers une démarche d'aide à la décision adaptée aux exploitations agricoles du Nord-Cameroun. In : Second comité scientifique du Prasac, Maroua, Cameroun, 5-9 février 2001, 15 p.

4. RICORDEAU G., 1981. Genetics: breeding plans. In: Gall C., Ed., Goat production. London, UK, Academic Press, p. 111-161.

Anonymous publications are listed under the title first word.

International ISO norms are used to abbreviate journal names.

Proofs are sent to the first author or to the correspondent, who then has a few days to return corrections.

Thirty **reprints** free of charge are sent solely to the first author or to the designated correspondent.