

# Sommaire

## PATHOLOGIE INFECTIEUSE

- 101      **Expériences sur une stratégie de dépistage de la brucellose bovine dans une zone rurale du Sud-Ouest de l'Ouganda.** Oloffs A., Baumann M.P.O., Afema J., Nakavuma J. (*en anglais*)
- 106      **Note de lecture**
- 109      **Lymphadénite chez des moutons et des chèvres au Soudan.** Musa M.T. (*en anglais*)

## PATHOLOGIE PARASITAIRE

- 113      **Extension des trématodoses du bétail après la construction des barrages dans le bassin du fleuve Sénégal.** Diaw O.T., Vassiliades G., Thiongane Y., Seye M., Sarr Y., Diouf A. (*en français*)
- 121      **Dermatite à Rhabditidés chez un taureau apparemment causée par *Pelodera strongyloides*.** Yeruham I., Perl S. (*en anglais*)
- 123      **L'effet des traitements à la deltaméthrine (*pour-on*) sur la transmission de la trypanosomose bovine.** Van den Bossche P., Duchateau L. (*en anglais*)
- 127      **Observation dans les Niayes du Sénégal d'une souche de *Trypanosoma (Duttonella) vivax* transmissible d'un bovin à des souris par la seringue.** Diaite A., Gueye A., Thiongane Y., Lo M., Dieye T.Nd., Vassiliades G. (*en français*)

## RESSOURCES ALIMENTAIRES

- 131      **Variation de l'énergie métabolisable du pois d'Angole (*Cajanus cajan*) cru et cuit chez le poulet et la pintade.** Chrysostome C., Xu Bing An, Bonou M., Delpéch P. (*en français*)

## RESSOURCES ANIMALES

- 135      **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.** Lancelot R., Faye B., Juanès X., Ndiaye M., Pérochon L., Tillard E. (*en français*)
- 147      **Une typologie des systèmes d'élevage camelin dans les districts de Bikaner et de Jaisalmer au Rajasthan, Inde.** Laval G., Khanna N.D., Faye B. (*en anglais*)
- 155      **Performances et conduite des animaux de trait en Afrique sub-saharienne : une synthèse.** Pearson R.A., Vall E. (*en français*)
- 164      **Note de lecture**
- 165      **Le transport hippomobile urbain au Sénégal - Situation et importance économique dans la ville de Thiès.** Ly C., Fall B., Camara B., Ndiaye C.M. (*en français*)
- 173      **Production de velours chez le cerf rusa (*Cervus timorensis russa*) en Nouvelle-Calédonie : appréciation quantitative et qualitative du produit obtenu au stade d'aplatissement du merrain de la seconde branche.** Le Bel S., Chardonnet Ph., Salas M. (*en français*)

# Contents

## INFECTIOUS DISEASES

- 101 Experiences with a strategy to investigate bovine brucellosis in a rural area in Southwest Uganda. Oloffs A., Baumann M.P.O., Afema J., Nakavuma J. (*in English*)
- 106 Reading note
- 109 Lymphadenitis in sheep and goats in the Sudan. Musa M.T. (*in English*)

## PARASITIC DISEASES

- 113 Spread of cattle trematodes after dam building in the Senegal River basin. Diaw O.T., Vassiliades G., Thiongane Y., Seye M., Sarr Y., Diouf A. (*in French*)
- 121 Rhabditic dermatitis in a bull apparently caused by *Pelodera strongyloides*. Yeruham I., Perl S. (*in English*)
- 123 The effect of deltamethrin pour-on applied to cattle on the transmission of bovine trypanosomosis. Van den Bossche P., Duchateau L. (*in English*)
- 127 Observation of a strain of *Trypanosoma (Duttonella) vivax* transmissible by syringe from a bovine to mice in the Niayes of Senegal. Diaite A., Gueye A., Thiongane Y., Lo M., Dieye T.Nd., Vassiliades G. (*in French*)

## FEED RESOURCES

- 131 Variations in the metabolizable energy of raw and autoclaved pigeon pea (*Cajanus cajan*) in chickens and guinea fowl. Chrysostome C., Xu Bing An, Bonou M., Delpuch P. (*in French*)

## ANIMAL RESOURCES

- 135 The Baobab database: a tool for modeling small ruminants production and health in traditional farming systems in Senegal. Lancelot R., Faye B., Juanès X., Ndiaye M., Pérochon L., Tillard E. (*in French*)
- 147 A typology of camel farming systems in Bikaner and Jaisalmer districts of Rajasthan, India. Laval G., Khanna N.D., Faye B. (*in English*)
- 155 Performance and management of draught animals in agriculture in Sub-Saharan Africa: A review. Pearson R.A., Vall E. (*in French*)
- 164 Reading note
- 165 Urban draft horses in Senegal. Situation and economic value in the city of Thies. Ly C., Fall B., Camara B., Ndiaye C.M. (*in French*)
- 173 Rusa deer (*Cervus timorensis russa*) velvet production in New-Caledonia: qualitative and quantitative results obtained at the stage of division of the main beam. Le Bel S., Chardonnet Ph., Salas M. (*in French*)

# Sumario

## PATOLOGIA INFECCIOSA

- 101 **Experimentos de una estrategia para investigar la brucelosis bovina en una zona rural en el suroeste de Uganda.** Oloffs A., Baumann M.P.O., Afema J., Nakavuma J. (*en inglés*)
- 106 **Nota de lectura**
- 109 **Linfadenitis en ovejas y cabras en Sudán.** Musa M.T. (*en inglés*)

## PATOLOGIA PARASITARIA

- 113 **Extensión de las infecciones por tremátodos en el ganado, después de la construcción de represas en la cuenca del río Senegal.** Diaw O.T., Vassiliades G., Thiongane Y., Seye M., Sarr Y., Diouf A. (*en francés*)
- 121 **Dermatitis larval en un toro, causada aparentemente por *Pelodera strongyloides*.** Yeruham I., Perl S. (*en inglés*)
- 123 **El efecto de la deltametrina por aplicación de chorreo en ganado, sobre la transmisión de la tripanosomosis bovina.** Van den Bossche P., Duchateau L. (*en inglés*)
- 127 **Observación, en los Niayes de Senegal, de una cepa de *Trypanosoma (Duttonella) vivax*, transmisible de un bovino a ratones, por medio de la jeringa.** Diaite A., Gueye A., Thiongane Y., Lo M., Dieye T.Nd., Vassiliades G. (*en francés*)

## RECURSOS ALIMENTICIOS

- 131 **Variación de la energía metabolizable del guisante de Angola (*Cajanus cajan*) crudo y cocido en el pollo y la pintada.** Chrysostome C., Xu Bing An, Bonou M., Delpech P. (*en francés*)

## RECURSOS ANIMALES

- 135 **Base de datos Baobab: un instrumento para realizar modelos de la producción y de salud de los pequeños rumiantes en los sistemas de crianza tradicionales de Senegal.** Lancelot R., Faye B., Juanès X., Ndiaye M., Pérochon L., Tillard E. (*en francés*)
- 147 **Tipología de los sistemas de crianza de camélidos en los distritos de Bikaner y Jaisalmer en Rajastán, India.** Laval G., Khanna N.D., Faye B. (*en inglés*)
- 155 **Rendimiento y manejo de animales de tiro en la agricultura del Africa sub-sahariana: una síntesis.** Pearson R.A., Vall E. (*en francés*)
- 164 **Nota de lectura**
- 165 **El transporte urbano con equinos en Senegal - Situación e importancia económica en la ciudad de Thies.** Ly C., Fall B., Camara B., Ndiaye C.M. (*en francés*)
- 173 **Producción de pelusa de cuerno en el ciervo rusa (*Cervus timorensis russa*) en Nueva Caledonia: estimación cuantitativa y cualitativa del producto obtenido en el estadio plano de la segunda rama del cuerno.** Le Bel S., Chardonnet Ph., Salas M. (*en francés*)

# Experiences with a strategy to investigate bovine brucellosis in a rural area in Southwest Uganda

A. Oloffs<sup>1</sup> M.P.O. Baumann<sup>2\*</sup>

J. Afema<sup>3</sup> J. Nakavuma<sup>3</sup>

## Key words

Cattle - Sheep - Goat - *Brucella abortus* - Brucellosis - Agglutination test - Complement fixation test - Morbidity - Uganda.

## Summary

Forty-three dairy herds comprising 1094 cattle, 22 sheep and 102 goats were enrolled in a bovine brucellosis cross-sectional study. As an initial herd screening test the milk ring test conducted with bulk milk samples was chosen. Ten percent of the herds were MRT positive. Due to a low percentage of lactating cows within the herds (on average 25%), false positivity and spoilage of milk samples, MRT was found to be unsatisfactory in detecting infected herds. Therefore, 756 cattle, 22 sheep and 79 goats were screened individually by the Rose Bengal plate test (RBPT) and subsequently subjected to the complement fixation test (CFT). The agreement of RBPT and CFT was determined as moderate in this study. Based on CFT results the *Brucella abortus* overall prevalence rate was then 3% (23/756). Fifty-two percent of the seropositive cows were older than 6 years. Seropositive animals were five times more likely to previously have had an observed abortion than seronegative animals. The herd prevalence rate was calculated as 25% (10/40) and the prevalence rate within the herd ranged from 1.5 to 20.4% with a mean of 5.6%. All service bulls, goats and sheep were seronegative and thus played no apparent role in the transmission of brucellosis in the area. The test-systems applied (MRT, RBPT and CFT) are discussed and recommendations for further bovine brucellosis investigations are given.

## INTRODUCTION

In developing countries increased intensification of cattle raising and milk production enhances problems caused by brucellosis. As the disease often goes undetected the identification of infected herds and animals is of prime importance.

In tropical Africa up to 40% *Brucella abortus* seroprevalence rates are reported among the cattle population, and in some areas these rates are even higher (4). However, in the central and southern regions of Uganda 13.6% of the cattle population is infected with *B. abortus* (3). Data on the prevalence of brucellosis in the Southwestern Rukungiri District are very limited or not available at all. Field investigations and laboratory examinations were carried out to provide further information on the brucellosis situation in this district.

Using a cross-sectional study design *B. abortus* antibody levels in selected dairy herds were determined by means of the milk ring test (MRT), Rose Bengal plate test (RBPT) and the complement fixation test (CFT). All small ruminants kept on a study farm were also included in the serosurvey. Additional information on management and hygiene risk factors were obtained by means of a questionnaire.

This study, aimed at determining the brucellosis status of dairy herds in Rukungiri District, describes the chosen approach, presents the obtained results and evaluates the applied test systems.

## MATERIALS AND METHODS

Within a three-month period (September to November 1995) 43 herds of 38 farms consisting of 1094 cattle, 22 sheep, and 102 goats were included in the study (5). The farms had been previously selected by stratified random sampling representing farms with a daily milk yield of at least 10 l delivered to a milking center in the district. The cattle population consisted of the local breed, Ankole, exotic breeds like Friesian, Guernsey and Jersey, and crossbred animals. Cattle were kept on natural but fenced pastures. Approximately 50% of the farmers kept their cattle in

1. Postgraduate Studies in Tropical Veterinary Medicine, Freie Universität Berlin, Luisenstrasse 56, 10117 Berlin, Federal Republic of Germany

2. Department of Tropical Veterinary Medicine and Epidemiology, Freie Universität Berlin, Koenigsberg 67, 14163 Berlin, Federal Republic of Germany

3. Faculty of Veterinary Medicine, Makerere University of Kampala, Uganda

\* Corresponding author: Tel: +49 +30 2093 6115; Fax: +49 +30 2093 6349  
E-mail: mbaumann@city.vetmed.fu-berlin.de

enclosures overnight, only about 5% of the farmers used communal pastures. Goats and sheep were partly kept together with cattle on pastures, partly held separately in stables and enclosures, or tethered.

Cattle were mainly herded by mixed laborers, whereas family members predominantly took care of small ruminants.

Rukungiri District is in a rural area in Southwestern Uganda with a traditional dairy production system, moving to a more market-oriented system. Milk was delivered to six different milk collecting centers (2). The annual milk yield in 1993 was 3,128,771 liters (unpublished 1993 records from milk collection centers, Rukungiri).

At first the sampling unit was the cattle herd. A bulk milk sample (100-500 ml) was drawn and subjected to MRT. Then MRT prevalence rates were calculated as the number of MRT positive herds divided by the number of MRT tested herds. All herds were covered by one milk sample as none of the herds studied had more than 25 lactating cows.

In a subsequent step blood samples were taken from all cattle and small ruminants older than six months. In herds with more than 30 cattle, 30 animals were selected by simple random sampling. Blood samples were drawn and tested in RBPT. Clear agglutination reactions were regarded as positive. Positive samples were kept at -20°C and later subjected to CFT.

CFT was conducted at the Makerere University of Kampala (Uganda) and in Berlin (Germany) at the BgVV (Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin) according to instructions of the GTZ-BgVV Service Laboratory, Berlin.

*B. abortus* antigen, *B. abortus* positive and negative controls and complement were produced and provided by the GTZ-BgVV Service Laboratory. Amboceptor was supplied by Behring AG, Marburg, Germany. Alsever solution, hemolytic system (2.5% red blood cells of a local male sheep) and VBD buffer were always freshly prepared prior to use. CFT was performed as cold fixation in microtiter plates. All sera were inactivated at 60°C for 30 min. The last well showing 50% hemolysis represented the titer (dilution up to 1:1280). Sera with anticomplementary activity were regarded as doubtful.

On the basis of CFT results, herd prevalence rates (number of herds with at least one reactor in the CFT/number of herds tested in RBPT) and prevalence rates within the herd (number of CFT reactors/total number of animals per herd or number of CFT reactors/number of serum samples obtained from the herd) were calculated. Individual animal prevalence rates were calculated as the number of CFT reactors divided by the number of serum samples tested.

The agreement between CFT and RBPT was assessed using the kappa statistics (8). Additionally, a questionnaire to collect data on the farming system, milk production and health status of the people living on a farm was administered to the farm or herd manager. In that case the sampling unit represented a herd or farm.

## ■ RESULTS

Forty-three bulk milk samples were collected on all study farms. As three bulk milk samples could not be used due to spoilage, MRT was performed on 40 samples. Ten percent (4/40) of the

herds were found MRT positive. However, only 25.1% (274/1094) of the total cattle population were lactating, 75% of the cattle population were thus not covered by this screening test.

Consequently, in a second step 756 cattle sera from the study were screened in RBPT. Ninety-six (12.7%) were positive and 13 sera (1.7%) showed a slight agglutination and were regarded as doubtful reactors. Given that this RBPT led to a number of doubtful reactions, positive and doubtful sera were retested with a fresh aliquot of RBPT antigen: 30.2% of the sera (33/109) were then found positive, and no questionable or doubtful reaction occurred using that serial test sequence.

CFT was conducted at the Makerere University of Kampala with various modifications. However, none of the sera could be undoubtedly classified due to problems with the hemolytic system. CFT was therefore repeated at the BgVV Service Laboratory (Berlin).

When RBPT and CFT results were interpreted in a serial sequence the following results were reached for cattle sera: 19 out of 33 RBPT positive reactors (57.6%) (normally only RBPT positive sera were subjected to CFT) were confirmed by CFT, four samples showed anticomplementary activity and, thus, were classified as doubtful (12.1%), and 10 sera (30.3%) reacted negatively. Among the 76 sera, which were positive in the first RBPT then negative when retested with a fresh aliquot, four positive (5.3%) and four doubtful (5.3%) CFT reactors were found.

If parallel test interpretation was considered 23 out of 109 samples (21.1%) were then declared positive, 8 (7.3%) samples were anticomplementary and 78 sera were negative (71.5%) in CFT. Based on this interpretation *B. abortus* seroprevalence in individual animals was 3% (23/756) with a confidence interval of 1.8-4.2%. CFT sera reacting anticomplementary were considered negative when calculating the prevalence rates.

The agreement between two tests is quantitatively assessed by calculating the kappa quotient (8). In this study the kappa value calculated for RBPT and CFT was 0.57, respectively 0.60 when sera with anticomplementary activity were also regarded as positive. According to the classification of Thrusfield (8) the agreement between RBPT and applied CFT is considered moderate ( $\kappa = 0.4-0.6$ ).

The highest proportion of seropositive cows was found among the older cows. Fifty-two percent of CFT positive cattle were older than 6 years, 17% between 3-6 years and 30% of the reactors were younger than 3 years. Twenty service bulls, 79 goats and 22 sheep subjected to RBPT were found seronegative. However, one bull of two years of age, not yet introduced as service bull, reacted positively.

The brucellosis prevalence rate of the herds based on the results of the initial MRT was 10% (4/40). One of the MRT positive herds was not confirmed by at least one CFT reactor and was considered MRT false positive. The corrected MRT herd prevalence rate was therefore 7.5% (3/40).

However, if the prevalence rate of the herds was based on CFT results then 25%, 10 out of 40 herds examined, were brucellosis positive herds.

The within herd prevalence rate (table I) showed a wide variability and ranged from 1.5 to 20.4% with a mean of 5.6%. The farm with the highest prevalence rate (36.7% of the animals tested positive in CFT) was a more extensively and traditionally managed farm.

By means of a questionnaire additional information on zoonotic aspects of brucellosis and on husbandry and management factors

Table I

*B. abortus* within herd prevalence rates in Rukungiri District (September-November 1995)

Herd ID	Herd size	Num. sera tested	MRT result	Num. CFT positive	CFT positive animals /animals tested (in%)	CFT positive animals /herdsize (in%)
1	54	30	positive	11	36.7	20.4
2	31	31	positive	1	3.2	3.2
3	27	27	negative	1	3.7	3.7
4	29	29	negative	1	3.5	3.5
5	47	31	positive	2	6.5	4.3
6	65	37	negative	1	2.7	1.5
7	24	24	negative	1	4.2	4.2
8	72	37	negative	3	8.1	4.2
9	18	18	negative	1	5.7	5.7
10	17	17	negative	1	5.9	5.9
Total	10	384		23	mean: 8.0	mean: 5.6

likely to be associated with the herd brucellosis status were obtained. Farmers' knowledge of brucellosis in general was poor. By and large, only half of the farmers could correctly describe the disease. Three farmers reported trustfully that they knew of one or two persons on the farm who had suffered from brucellosis (three cases on positive farms, one case on a negative farm). On most farms aborted fetuses and tissues were left on the pasture or given to dogs. However, significant associations between the herd brucellosis status and factors such as the recent addition of cows to a herd, abortion occurrence, use of breeding bulls and average proportion of pregnant cows were not found.

## ■ DISCUSSION

Due to complaints from Rukungiri farmers a high brucellosis prevalence rate was expected and MRT was chosen as the initial herd screening test. However, in this study MRT was found unsatisfactory in detecting infected herds. About 75% of CFT positive herds were not detected by MRT. This was mainly attributed to the quite low within herd prevalence rates (5.6%) and to the low proportion of lactating cows within the herds (25%). These results agree with the findings of other investigators (1), i.e., one-time screening of bulk milk samples is insufficient to identify brucellosis affected herds.

RBPT was applied as an initial individual animal screening test to detect infected cattle, sheep and goats. Although RBPT is a well established test, the RBPT test system used first in this study led to a high percentage of false positive and doubtful reactions. All reacting sera in the first test were then subjected to a second test. The correlation of both RBPT was, however, low. The high proportion of false positive sera in the first RBPT was probably the result of a spoiled RBPT antigen aliquot due to unfavorable storage (no constant cooling) under tropical conditions leading to unspecific agglutination reactions. All RBPT reactors of the second test were subsequently submitted to CFT as confirmatory test. However, the normally expected high agreement between CFT and RBPT could not be proven in this study. Residual vaccine titers due to S19 vaccinations could be nearly excluded according to the interviews with farmers, herdsman, local veterinarians and veterinary assistants. However, the small proportion of false negative reactions in the second RBPT may be

attributed to early stage infections and, theoretically, to ingestion of colostrum of infected dams as well as to vaccination (1). The latter can be excluded in this study as all animals examined were older than 6 months and no vaccination had been carried out. Though a high specificity (98.5%) of RBPT is stated by Stemshorn *et al.* (7) in this study not all sera were correctly classified negative by this test. Overall specificity was increased by serial testing (all reactors of the first RBPT were subjected to a second RBPT). Thus, brucellosis is less likely to be missed, though false positive results are more likely to occur (3).

According to publications and oral reports in Uganda (3, 6) brucellosis prevalence rates were expected to be in the range of 10 to 20%. The assessment of the brucellosis status in this country is often based on empirical observations confirmed by acknowledged tests like MRT, RBPT, ELISA, CFT, as all cases of abortions, stillbirth, but also retained placentas are usually attributed to brucellosis alone.

The overall prevalence rate found in Rukungiri District was 3%, which was substantially lower than prevalence rates previously reported (3, 6). This might be a result of the different test systems used (3: RBPT, MRT and SAT; 6: RBPT and ELISA) and the applied sampling strategy and procedures (survey on extensive and intensive farms, abattoir, etc.). Neither extensively managed/nomadic herds nor beef herds were included in this study as only dairy farms were targeted.

All service bulls, goats and sheep were *B. abortus* seronegative and could be excluded as carriers and disseminators of the disease in the study area. Dogs that had direct contact with aborted materials, e.g., eating afterbirths and fetuses, might have become vectors for *B. abortus*.

On the farm with the highest number of reactors a very poor milking hygiene, sloppy farm management (e.g., no record keeping), poor education and a traditional lifestyle were observed. Unfortunately, no precise data, based on an adequate sample frame and serodiagnosis, could be given on the prevalence rates of bovine brucellosis in humans.

The observation of abortions in seropositive animals seems to be highly associated with a brucellosis infection. Consequently, if abortions were still observed later on these farms, a brucellosis infection should be suspected and investigations and control measures carried out immediately.

## ■ CONCLUSION

For a more precise determination of the brucellosis status of the Rukungiri cattle population serological tests, which are reliable under tropical conditions, should be applied. Especially when prevalence rates are expected to be low, the study population has to be screened individually and, preferably, by blood samples only. If bulk milk samples are to be investigated for herd surveillance MRT has to be repeated every 2 to 3 months. This test is of low information value when a cross-sectional study design is selected. RBPT or SAT reactors have to be confirmed by at least one different serological test (for example CFT or ELISA). Considering the different specificity and sensitivity of the tests applied sera should be confirmed in serial and/or parallel test systems. In this study reliable prevalence rates could only be calculated on the basis of individual blood samples tested in parallel with RBPT and CFT.

As on the majority of the infested farms only one reactor within a herd was detected, culling of these animals is the control option to be preferred. On the only heavily infected farm vaccination of all calves with S19 and culling of reactors or vaccination of the whole herd is recommended. However, these measures are probably bound to fail if the farmer is not subsidized by public or private means and has to cover all costs himself.

Due to brucellosis high contagiousness and uncontrolled animal transfer in general it is advisable for all herds in Uganda to be subjected to annual retests. A well established governmental or private veterinary infrastructure and an adequate homogeneous nationwide diagnostic test system need to be set up.

### Acknowledgments

We would like to thank Dr. C. Staak and the team of the GTZ-BgVV Service Laboratory for supplying reagents and technical help as well as Dr. Dahlhelm, GTZ Uganda, for financial support.

## REFERENCES

1. BLOBEL H., SCHLIESSER T., 1982. Handbuch der bakteriellen Infektionen bei Tieren, Band IV. Jena, Deutschland, VEB Gustav Fischer Verlag, p. 53-213, 408-465.
2. FISCHER M., VON DEN BENKEN P., TURYATUNGA T., KURIKARYO H.J., HARTMANN G., BAUMANN M.P.O., 1997. First results from a baseline survey on dairy production in Rukungiri District, Uganda. In: Proc. 4th Workshop Vet. Epidemiol., Entebbe, Uganda, 1994. Berlin, Germany, Freie Universität Berlin. (Seminar for Tropical Veterinary Medicine)
3. NAKAVUMA J., 1994. A serological survey of *Brucella abortus* in cattle and goats in the central and southern regions of Uganda. M.Sc. Thesis, Faculty of Veterinary Medicine, Makerere University, Kampala, Uganda.
4. OIE, 1987. Brucellosis in cattle, sheep and goats. Paris, France, OIE, p. 9-35. (Technical series No. 6)
5. OLOFFS A., 1996. Bovine brucellosis investigations on selected dairy farms in Rukungiri District and Mukono County, Uganda. Diploma Thesis, Freie Universität, Fachbereich Veterinärmedizin, Berlin, Germany.
6. REICHEL P., OLOYA J., 1995. An evaluation of diagnostic tests for tuberculosis and brucellosis in beef cattle in Uganda. In: Proc. 4th Workshop Vet. Epidemiol., Entebbe, Uganda, 1994. Berlin, Germany, Freie Universität Berlin. (Seminar for Tropical Veterinary Medicine)
7. STEMSHORN R.W., FORBES L.B., EAGLESOME M.D., NIELSEN K.H., ROBERTSON F.J., SAMAGH B.S., 1988. A comparison of standard serological tests for the diagnosis of bovine brucellosis in Canada. *Can. J. comp. Med.*, **4**: 391-394.
8. THRUSFIELD M., 1995. Veterinary epidemiology, 2nd ed. Oxford, UK, Blackwell Science, p. 280-282.

Reçu le 21.1.98, accepté le 14.8.98

**Résumé**

**Oloffs A., Baumann M.P.O., Afema J., Nakavuma J.** Expériences sur une stratégie de dépistage de la brucellose bovine dans une zone rurale du Sud-Ouest de l'Ouganda

Quarante-trois troupeaux laitiers, comprenant 1 094 bovins, 22 moutons et 102 chèvres, ont été inclus dans une étude sérologique comparative. Le test de réaction d'agglutination (mrt), appliqué comme test de dépistage préliminaire sur des échantillons de lait de mélange, a révélé 10 p. 100 de troupeaux positifs. En raison du faible pourcentage de vaches en lactation dans les troupeaux (25 p. 100 en moyenne), de réactions fausement positives et de la mauvaise conservation du lait, le mrt a été déclaré peu satisfaisant pour détecter les troupeaux positifs. En conséquence, 756 bœufs, 22 moutons et 79 chèvres ont été examinés individuellement avec le test de Rose Bengal (rbpt), puis avec le test de fixation du complément (cft). La correspondance entre rbpt et cft était modérée. En tenant compte des résultats du cft, la prévalence totale de l'infection à *Brucella abortus* était alors de 3 p. 100 (23/756). Cinquante-deux pour-cent des vaches laitières séropositives étaient âgées de plus de 6 ans. Les animaux séropositifs étaient cinq fois plus susceptibles d'avoir eu un avortement observé que les animaux séronégatifs. Le pourcentage de troupeaux infectés était de 25 p. 100 (10/40) et la prévalence de la maladie dans les troupeaux infectés variait entre 1,5 et 20,4 p. 100, avec une moyenne de 5,6 p. 100. Tous les taureaux de monte, les moutons et les chèvres examinés étaient séronégatifs et n'ont apparemment pas joué de rôle dans la transmission de la brucellose dans cette zone. Les tests utilisés (mrt, rbpt et cft) sont discutés et des recommandations sont données pour tenter d'approfondir la recherche sur la brucellose bovine.

**Mots-clés** : Bovin - Ovin - Caprin - *Brucella abortus* - Brucellose - Réaction d'agglutination - Réaction de fixation du complément - Ouganda.

**Resumen**

**Oloffs A., Baumann M.P.O., Afema J., Nakavuma J.** Experimentos de una estrategia para investigar la brucelosis bovina en una zona rural en el sur oeste de Uganda

Se registraron 43 hatos, incluyendo 1094 bovinos, 22 ovejas y 102 cabras, en un estudio transversal de la brucelosis bovina. El ring test en leche, a partir de muestras de tanques, fue escogido como medio de monitoreo inicial. Diez por ciento de los hatos fueron MRT-positivos. Debido al bajo porcentaje de vacas lactantes en los hatos (en promedio 25 p. 100), a los falsos positivos y al deterioro de las muestras de leche, el MRT no fue satisfactorio para la detección de hatos infectados. Por lo tanto, 756 bovinos, 22 ovejas y 79 cabras fueron monitoreados en forma individual por el test de plato de Rose Bengal (RBPT) y sometidos posteriormente al test de fijación de complemento (CFT). En el presente estudio, el resultado del RBPT y el CFT se encontró moderado. Basados en los resultados del CFT, la tasa de prevalencia de *Brucella abortus* fue de 3 p. 100 (23/756). Cincuenta y dos por ciento de las vacas seropositivas fueron mayores de 6 años. Los animales seropositivos tuvieron cinco veces más posibilidades de haber sufrido un aborto anterior observado que los seronegativos. La tasa de prevalencia del hato fue calculada en 25 p. 100 (10/40) y la tasa de prevalencia dentro del hato varió de 1,5 a 20,4 p. 100 con una media de 5,6 p. 100. Todos los toros de servicio, machios cabríos y corderos fueron seronegativos y no jugaron ningún papel aparente en la transmisión de la brucelosis en el área. Se discute el sistema de tests utilizado (MRT, RBPT y CFT) y se dan recomendaciones para una investigación más profunda de la brucelosis.

**Palabras clave:** Ganado bovino - Ovino - Caprino - *Brucella abortus* - Brucelosis - Reacción de aglutinación - Prueba de fijación del complemento - Morbosidad - Uganda.



## La résistance génétique aux maladies animales

□ Il est maintenant parfaitement admis que la résistance ou la sensibilité de plantes, d'animaux ou d'insectes à certains agents pathogènes sont déterminées à la fois par des facteurs génétiques et des facteurs environnementaux. Depuis des siècles, l'agriculteur ou l'éleveur a su agir, de façon plus ou moins empirique, sur les contraintes environnementales et pathologiques, par des pratiques de terrain souvent logiques et pragmatiques. Pendant des années, le contrôle ou l'éradication des maladies des animaux domestiques ont reposé sur la vaccination, la quarantaine, les traitements médicamenteux, l'abattage sanitaire ou la restriction des importations.

Cependant, ces mesures se sont souvent révélées insuffisantes pour lutter efficacement contre les maladies animales les plus graves. En effet, si les maladies bactériennes et virales sont en général contrôlées efficacement par l'immuno- et/ou la chimio-prophylaxie (vaccins, antibiothérapies), il en est différemment des maladies parasitaires beaucoup plus complexes à maîtriser. La diversité importante des parasites, de leurs cycles biologiques, de leurs tropismes tissulaires, des vecteurs qui les transmettent et de l'immense spectre des hôtes vertébrés, expliquent pourquoi nous maîtrisons encore assez mal ces pathologies. La grande variabilité antigénique qui les caractérise souvent induit une diversité remarquable qui, associée à des mécanismes biologiques plus ou moins spécifiques, permettent à ces parasites de mettre en œuvre des phénomènes d'échappement aux défenses naturelles des hôtes. Il en résulte une très grande difficulté à mettre au point des vaccins spécifiques efficaces et, à ce jour, il n'existe aucun vaccin antiparasitaire satisfaisant, ni chez l'homme ni chez l'animal domestique. Seuls les traitements antivectériels et antiparasitaires permettent de contrôler, en partie, ces parasitoses des vertébrés, mais ces moyens de lutte ne sont guère satisfaisants car certaines substances actives peuvent être dangereuses pour l'environnement ; des effets secondaires indésirables peuvent apparaître et surtout leur efficacité diminue par l'apparition de phénomènes de chimiorésistance développés aussi bien par les parasites que par leurs vecteurs.

Les moyens de lutte antivectériels et les différentes campagnes d'éradication ont souvent eu des effets limités géographiquement et dans le temps, avec des mesures de conservation qui se sont révélées parfois décevantes. A partir de ce constat, la lutte génétique est devenue une alternative très prometteuse pour l'avenir dans le cadre de programmes de lutte intégrée contre les maladies des espèces domestiques d'intérêt zootéchnique.

L'Office international des épizooties (OIE) vient de publier un numéro spécial de sa *Revue scientifique et technique* (1) qui est entièrement consacré à la « Résistance génétique aux maladies chez les animaux ».

La préface rédigée par le Docteur Jean Blancou, directeur général de l'OIE, présente les différents sujets traités et remercie les 59 auteurs et coauteurs, chacun éminent spécialiste dans son domaine, qui ont rédigé les 27 articles de synthèse et de mise à jour des dernières connaissances sur cette thématique et sur les nouvelles perspectives de contrôle. Dans un premier article général intitulé « Vers une compréhension de la résistance génétique aux maladies infectieuses », R.J. Hawken et coll. expliquent comment les nouvelles technologies moléculaires vont permettre d'élucider, d'une autre manière, les mécanismes génétiques de la réponse de l'hôte aux maladies infectieuses puis de sélectionner les gènes correspondants à la résistance. Les nouvelles connaissances sur les mécanismes de défense contre l'infection, et en particulier les différents mécanismes immunitaires, sont présentées. En plus des facteurs non spécifiques et spécifiques du système lymphoïde des vertébrés, S.N. Rumyantsev et coll. décrivent « l'immunité naturelle héréditaire », système plus efficace de résistance spécifique commun à toutes les formes de vie, qui s'oppose à l'infection et à l'invasion de l'organisme. La véritable explosion des connaissances sur les mécanismes de cette immunité naturelle est bien décrite et l'importance de cette immunité est illustrée par plusieurs exemples empruntés à la génétique et à la biologie moléculaire. La diversité des immunoglobulines, le développement des cellules B et du répertoire des anticorps chez les grands animaux d'élevage (bovins, ovins, équins, porcins) sont passés en revue (J.E. Butler) en montrant certaines divergences biologiques fonctionnelles par rapport aux modèles rongeurs ou primates. Il y a nécessité d'une véritable standardisation des nomenclatures et des titrages des immunoglobulines chez ces animaux. La sélection génétique pour une meilleure résistance aux maladies implique donc une connaissance plus approfondie du système immunitaire en général et plus spécialement des lymphocytes T. Les particularités des sous-populations CD4, CD8, TCRgd dans leurs interactions cellulaires spécifiques avec divers agents pathogènes ainsi que leur rôle au cours de l'infection sont développés dans le modèle porc (A. Saalmüller). L'orchestration de la réponse immune par les cytokines est décrite par J.K. Lunney qui fait remarquablement le point sur l'état actuel des connaissances concernant les principales cytokines de l'immunité, leurs diffé-

rences d'expression, leurs récepteurs et leurs fonctions, en particulier leur rôle déterminant dans les manifestations pathologiques induites, dans la régulation de la réponse immune et dans la rapidité de guérison. Une revue des connaissances les plus récentes sur le complexe majeur d'histocompatibilité (CMH) de différents modèles d'animaux d'élevage rappelle le rôle majeur central de ce CMH dans le contrôle des mécanismes de l'immunité. Des études fonctionnelles ont permis une bonne explication moléculaire de nombreuses associations observées entre les haplotypes CMH et différents caractères physiologiques comprenant aussi bien la qualité de la réponse immune à divers agents pathogènes que les performances zootechniques en matière de production et de reproduction. Certains des mécanismes immunogénétiques qui sous-tendent ces associations restent encore à élucider. Les CMH de quatre espèces d'intérêt zootechnique majeur sont passés en revue : le SLA du porc (M. Vaiman et coll.), le CMH des ruminants et le BoLA des bovins en particulier (M. Amills et coll.), le CMH des poissons (U. Grimholt et O. Lie) et le complexe B des volailles (S.J. Lamont). De nombreuses corrélations avec des pathologies y sont décrites.

Concernant les maladies parasitaires, prenant comme exemple des pathologies à ectoparasites (tiques) et à endoparasites (nématodes gastro-intestinaux), M.J. Stear et D. Wakelin expliquent comment l'aptitude des animaux à résister à ces parasitoses est liée à des facteurs génétiques. Cette aptitude dépend du type de parasite, des mécanismes immunitaires développés par l'hôte pour sa défense et varie donc d'un animal ou d'une race à l'autre au sein d'une espèce hôte donnée. Cette variabilité, qui peut s'expliquer par des mécanismes de résistance innée (non immunitaires) et acquise (immunitaire), est déterminée par des gènes liés, ou non, au CMH. M. Brossard donne un aperçu des travaux en cours sur des méthodes alternatives d'élimination des tiques, plus particulièrement par l'élaboration de vaccins anti-tiques et par l'utilisation d'animaux génétiquement résistants à ces parasites. Pour ce qui est de la trypanotolérance, G. d'Ieteren et coll. font un bilan des acquis des recherches depuis de nombreuses années pour caractériser cette capacité relative d'un animal à limiter le développement des trypanosomes et de leurs effets pathologiques. Ils décrivent les deux principaux indicateurs phénotypiques reconnus que sont l'hématocrite et la parasitémie, indicateurs fortement corrélés aux performances de l'animal. Les études de génétiques quantitatives continuent pour évaluer la variabilité globale de la trypanotolérance qui est non seulement une caractéristique raciale mais également un trait héritable au sein d'un cheptel.

Parallèlement et de façon très complémentaire à cette approche quantitative, une approche génétique moléculaire de type marqueurs candidats, également développée depuis quelques années, est très porteuse d'espoir. En effet, chez la souris, l'identification de QTL appelés TIR (*trypanosomose infection response*) doit permettre l'identification de zones génomiques fonctionnelles homologues chez le bovin et ce grâce aux progrès des cartographies génomiques comparées. La disponibilité de très nombreux microsatellites identifiés chez les bovins ouvre de grandes possibilités de caractérisation de populations trypanotolérantes par étude de QTL. Enfin, la connaissance toujours meilleure des mécanismes biologiques impliqués aussi bien dans l'action des molécules de l'immunité spécifique et non spécifique que dans le contrôle de l'anémie et de la parasitémie permet de cibler plusieurs protéines. Il est alors possible de rechercher des marqueurs dans les polymorphismes des gènes codant ces molécules fonctionnelles. Toutes ces études sont développées parallèlement en intra race (N'Dama) et à partir d'un schéma de croisement bétail trypanorésistant X trypanosensible comme celui développé depuis plusieurs années par l'Ilri au Kenya entre N'Dama (*Bos taurus*) et Boran (*Bos indicus*). Dans le modèle de la leishmaniose murine, J. Lehmann et G. Alber décrivent le rôle protecteur joué par certaines cytokines (IL4, IL12) dans l'activation macrophagique et celle des lymphocytes T *helper* producteurs d'interféron gamma. Plusieurs études comparatives basées sur ce modèle sont développées pour l'étude de la résistance à la leishmaniose chez l'homme, les bovins et certains animaux de compagnie. La connaissance des cartographies génomiques permet de localiser les gènes codant ces protéines de l'immunité et d'en faire d'excellents candidats marqueurs potentiels.

Si l'intérêt de la résistance génétique est très grand pour les maladies parasitaires, certains succès ont été obtenus également dans la résistance génétique des animaux aux maladies bactériennes et virales, mais ces résultats restent moins connus, étant généralement concurrencés par les autres moyens de lutte antibactériens et antiviraux que sont l'antibiothérapie et les vaccins. L.G. Adams et J.W. Templeton décrivent des résistances innées à certaines maladies bactériennes. Des exemples de résistances à des virus à ARN sont décrits, comme le gène murin Flv qui confère une résistance aux flavivirus (G.R. Shellam et coll.), ou les gènes codant les protéines Mx induites par l'interféron et ayant une activité antivirale importante contre les

orthomyxovirus (v. influenza) et les bunyavirus pathogènes pour la souris et l'homme (O. Haller et coll.). N. Bumstead décrit les gènes spécifiques de la résistance aux virus aviaires (leucose, maladie de Marek...) identifiés dans le génome des volailles. P.J. Kerr et S.M. Best décrivent la résistance génétique de certains lapins américains au virus de la myxomatose. Enfin, J.P. Stoye décrit le gène Fv1 de résistance aux rétrovirus chez la souris.

Après cette première partie constituée d'articles faisant le bilan des derniers acquis en recherche fondamentale, plusieurs cas d'applications pratiques sont développés. Des souris transgéniques sont utilisées dans les recherches menées sur les encéphalopathies spongiformes transmissibles comme la tremblante du mouton ou l'ESB (C. Weissmann et coll.). Ces méthodes transgéniques sont également appliquées aux grands animaux d'élevage dans le cadre de l'amélioration de certains caractères de productivité (lait, viande...) mais aussi de la résistance à certaines maladies (M. Müller et G. Brem). Les différentes stratégies de transfert de gènes sont décrites. En Suède, des programmes de sélection classique appliqués à la résistance génétique aux maladies des bovins ont donné des résultats variables qui sont rapportés par B. Lindhé et J. Philipsson. La sélection expérimentale développée en Australie sur les moutons Mérinos résistants aux nématodes gastro-intestinaux, aux myases cutanées et au piétin est décrite par H.W. Raadsma.

Enfin plusieurs articles généraux concluent cet ouvrage : les principes biologiques de la transmission héréditaire aussi bien mendélienne que non-mendélienne (multifactorielle) aux maladies sont synthétisés et discutés par P. Horin. Les méthodes classiques de sélection des phénotypes s'étant avérées insatisfaisantes à plusieurs égards, la recherche s'oriente désormais vers la mise au point de la sélection génotypique qui est devenue l'une des principales applications de l'étude des génomes. Cette méthode a cependant une contrainte qui est la nécessité de tenir un registre sanitaire permanent des populations, afin de repérer les loci de résistance dans les généalogies. M. Soller et L. Andersson décrivent les principes de l'identification des loci de résistance qui reposent sur l'analyse des associations et des liaisons. Quand une liaison est mise en évidence, les loci de résistance peuvent être localisés avec plus de précision, ce qui peut conduire à la caractérisation moléculaire du ou des gène(s) et mutation(s) impliqués dans la résistance. La sélection assistée par marqueurs concerne l'utilisation des marqueurs

associés pour sélectionner les populations, tandis que l'introgession assistée par marqueurs est utilisée si des allèles à des loci de résistance sont introduits à partir d'une population donneuse du caractère favorable.

Une information actualisée sur les maladies et troubles héréditaires des animaux domestiques est disponible sur Internet. Il existe actuellement deux bases de données génétiques : OMIA (*online mendelian inheritance in animals*) et MIS (*mendelian inheritance in sheep*) ; mais des informations sur d'autres espèces comme les caprins et les bovins seront bientôt disponibles dans COGNOSAG. Les différentes adresses d'accès au Web sont données dans l'article de F.W. Nicholas.

En conclusion, on peut dire que la compréhension des principes biologiques de la transmission héréditaire des maladies et de la résistance est une condition préalable à l'intégration de ces facteurs dans les programmes de sélection portant sur plusieurs caractères. Les inter-

actions hôtes-agents pathogènes induisent la variabilité génétique en matière de résistance aux maladies. Les agents pathogènes infectieux, dotés d'un important potentiel d'adaptation, utilisent ce dernier pour déjouer les divers mécanismes de défense de l'hôte. Cette interaction peut revêtir un caractère compétitif ou co-évolutif. Le système immunitaire de l'hôte s'oppose à la variabilité des agents pathogènes en utilisant la diversité génétique potentielle exprimée par les polymorphismes importants des gènes codant pour les immunoglobulines, les récepteurs des lymphocytes T et les molécules du complexe majeur d'histocompatibilité.

Les progrès considérables de nos connaissances aussi bien sur les mécanismes physiologiques inhérents aux relations hôtes/parasites que sur les mécanismes immunitaires non spécifiques et spécifiques de ces hôtes vont faire progresser très rapidement et très efficacement la lutte génétique, cette nouvelle forme de lutte intégrée. L'étude des génomes est devenue un outil très perfor-

mant aussi bien pour la caractérisation génétique des populations que pour l'approche marqueurs génomiques de résistance ou de sensibilité aux maladies. En effet, associées aux mécanismes biologiques fonctionnels, ces cartes génomiques offrent un choix très large de candidats marqueurs potentiels. Les méthodes transgéniques, appliquées à l'amélioration de la résistance aux maladies par transfert de gènes, donnent de bons résultats sur le modèle murin et ouvrent également des perspectives très intéressantes pour les autres modèles animaux. La sélection génotypique assistée par marqueurs devrait donc supplanter progressivement la méthode classique de sélection phénotypique qui n'a pas toujours donné les résultats espérés.

Jean-Charles MAILLARD  
Cirad-emvt

1. *Revue sci. tech. Off. int. Epizoot.*, 17, n° spécial, avril 1998, 392 p.



ISBN 92-9044-466-5, ISSN 0253-1933  
21 x 29,7 ; prix : 270 FF/45 USD  
Office international des épizooties  
12, rue de Prony, 75017 Paris, France  
Tél. : +33 (0)1 44 15 18 88  
Fax : +33 (0)1 42 67 09 87  
E-mail : 100765.546@compuserve.com  
<http://www.oie.int>

# Lymphadenitis in sheep and goats in the Sudan

M.T. Musa <sup>1</sup>

## Key words

Sheep - Goat - *Corynebacterium pseudotuberculosis* - Lymphadenitis - Bacteriosis - Morbidity - Sudan.

## Summary

The prevalence and course of caseous lymphadenitis (CLA) were investigated in sheep and goats in the Sudan. Carcasses of 1118 sheep and 626 goats of both sexes were examined for the disease. Seventy-one sheep (6.35%) were found infected with lesions occurring as single or multiple abscesses or as inflammatory processes in different organs. Some of these lesions exhibited a miliary form resembling that of tuberculosis. Forty-four goats (7.05%) were also found infected with CLA but all their lesions were single location abscesses of superficial and pulmonary lymph nodes. The disease was more progressive in sheep than in goats. CLA was found to have an impact on the health and natural breeding of sheep and goats, the economy and food of the people in the country.

## ■ INTRODUCTION

The Sudan owns approximately 37,000,000 sheep and 30,000,000 goats. Both species are reared under traditional farming systems. They contribute effectively in providing food for the people of the country and foreign exchange earnings by exportation.

At antemortem and postmortem examinations in abattoirs, caseated lymph nodes are among the major causes of animal rejection or meat condemnation. The caseations are mostly believed to be due to *Corynebacterium pseudotuberculosis* (5), but little information is available about the incidence and complications of the disease caused by the organism in the Sudan.

## ■ MATERIALS AND METHODS

This study was undertaken to reveal the situation of caseous lymphadenitis (CLA) in sheep and goats in South Darfur State. This State owns the largest population of livestock including sheep and goats, which are mainly reared under pastoral nomadism.

Sheep and goats' carcasses were examined periodically for one year at Nyala abattoir in South Darfur State for the presence of caseated lymph nodes and organs. These were collected and sent to the laboratory for cultural identification of the causative agents

according to Cowan and Steel (2) and other conventional methods. Three representative isolates from sheep and goats were tested for drug sensitivity using Oxoid™ antibiotic sensitivity disks, some of which being known to inhibit *C. pseudotuberculosis*.

## ■ RESULTS

The bacteriological investigation results established that the organisms isolated from pyogenic processes in sheep and goats were *C. pseudotuberculosis* and were indistinguishable from each other. Moreover, the strains had similar drug sensitivity or resistance patterns (table I). Samples that were not positive for *C. pseudotuberculosis* had not been considered.

### *CLA in sheep*

Out of 1118 sheep examined, 71 (6.35%) were found infected with CLA. Of the 421 males and 458 females, 28 (6.65%) and 36 (7.86%), respectively, were positive. The remainder had not been identified with regard to sex. Infected sheep were 1-3 years of age. In 64 (90.14%) cases, the infections were single location abscesses of the lymph nodes and occasionally of pus containing nodules which were as large as the caseated lymph nodes. In one ewe the udder was found severely infected with purulent inflammation. In 5 (7.03%) of the infected sheep the infection was in the form of either two or three localized abscesses. The remaining 2 infected sheep (2.82%) had generalized

1. Nyala Regional Veterinary Research Laboratory, PO Box 24, Nyala, Sudan

Table I

Drug sensitivity test results of sheep and goat strains

Antibiotics and concentrations	Sensitivity test results (in ml)		
	Sheep 1	Sheep 2	Goat
Streptomycin 10 µg	resistant -	resistant -	resistant -
Furazolidone 15 µg	resistant -	resistant -	resistant -
Nitrofurantoin 32 µg	4.5 mm +	4 mm +	4.5 mm +
Ampicillin 10 µg	11 mm +	8 mm +	11 mm +
Penicillin 2 units	4 mm +	4 mm +	5.6 mm +
Tetracycline 20 µg	11 mm +	7 mm +	9.5 mm +
Chloramphenicol 30 µg	10 mm +	9 mm +	12 mm +
Cephazolin 30 µg	2.25 mm -	resistant -	2.25 -

+ Sensitive; - Not sensitive

infections. In one of them, a severe caseous inflammatory process was found not only in the lymph nodes, but in the lungs, heart, liver, spleen and peritoneum as well. In the organs, especially in the liver and spleen, the disease exhibited a miliary form resembling that of tuberculosis.

Eighty-nine lesions were encountered altogether in the infected sheep. Seventy (78.7%) of these lesions were found in the superficial lymph nodes or adjacent to them, i.e., 30 (33.7%), 13 (14.6%), 9 (10.1%), 7 (7.9%), 6 (6.7%) were in the prescapular, precrucial, supramammary, inguinal, popliteal lymph nodes, respectively, and 5 (5.6%) abscesses were adjacent to the popliteal and prescapular lymph nodes. Twelve (13.5%) of the lesions were found in the visceral lymph nodes, i.e., 9 (10.1%) and 3 (3.4%) were in the pulmonary and hepatic lymph nodes, respectively. The 7 remaining lesions (7.9%) were suppurative infections in different organs, as mentioned above, and there was also an abscess in the uterus suspensory ligaments.

The lesions distribution suggests that most of the infections occurred through superficial wounds. Others developed through the digestive or respiratory systems and were drained by the local lymph nodes and/or disseminated hematogenously to the visceral organs.

### CLA in goats

A total of 626 goats of both sexes, 1-3 years of age, were examined. Forty-four (7.03%) were found infected with CLA, i.e., 27 out of 339 (7.9%) males, 13 out of 237 (5.5%) females, and the sex had not been determined for the remainder. All the infections (100%) were single location abscesses of the lymph nodes, but for one large abscess adjacent to the prescapular node, similar to those described in sheep. Thirty-five (79.5%) of the disease lesions were found in the superficial lymph nodes, i.e., 14 (31.8%), 9 (20.5%), 6 (13.6%), 3 (6.8%), 2 (4.5%) were in the prescapular, precrucial, popliteal, supramammary and inguinal lymph nodes, respectively, and 1 (2.3%) abscess was adjacent to the prescapular lymph nodes. Nine (20.5%) of the lesions were in the visceral lymph nodes exclusively confined to the lungs. As a result it seems that superficial wounds and the respiratory system are the main routes to infections in goats. The pulmonary lymph node lesions were twice as common in goats than in sheep. It was observed that the disease in goats was less progressive than in sheep. In this study, other conditions, such as orchitis, attributed to *C. pseudotuberculosis* were also encountered in both species in the diagnostic laboratory at Nyala.

Vital meat parts like forequarters and hindquarters, livers and lungs drained by the infected lymph nodes were condemned in both species during the examination. Carcasses of two sheep with generalized infections were also totally condemned.

### DISCUSSION

Brown and Olander (1) stated that the disease incidence is higher in areas where intensive breeding is practiced. They cited 58 and 7.5% incidence rates in sheep and goats, respectively, in Australia. In the Sudan, shearing or dipping is not practiced. Most workers believe that their implementation is the predisposing factor to CLA infection in sheep and goats. However, scratches and wounds inflicted by thorns and hard sharp objects in wooded savannah land are suggested to be predisposing factors to the disease. Stagnant water pools attended by many animals after the end of the rainy season could be other sources of infection.

*C. pseudotuberculosis* liberates necrotizing toxins and resists digestion by phagocytes (1). As a result it could become localized along the drainage system of a lymph node. This results in the accumulation of phagocytes until an abscess is formed, like in this study where abscesses were found adjacent to many nodes. In sheep and goats CLA was found to cause general unthriftiness because of the involvement of the organs described above. It could also interfere with normal breeding when infecting organs like the udder, uterus and testicles. Brown and Olander wrote that the disease is zoonotic, in that several persons exposed on the job or who had consumed raw milk were found infected (1). Goldberger *et al.* also reported a case of *C. pseudotuberculosis* infection in a person who had drunk raw goats' milk (3). Similarly, Keslin *et al.* found a respiratory tract infection in a veterinary student caused by the same organism possibly acquired from a bacteriology laboratory (4). Besides its public health importance the disease also causes substantial economical losses. As a result there is a need to study the CLA epidemiology. This will help better understand its spreading process and thus lead to the implementation of effective control measures.

### Acknowledgments

The author wishes to thank Mr. A.A. Suliman for his technical assistance, the Director General of Animal Wealth Research Corp. for the use of facilities and permission to publish the report.

## REFERENCES

1. BROWN C.C., OLANDER K.J., 1987. Caseous lymphadenitis in sheep and goats. A review. *Vet. Bull.*, **1**: 1-11.
2. COWAN S.L., STEEL K.J., 1979. Manual for the identification of medical bacteria, 2nd ed. Cambridge, UK, Cambridge University Press, p. 58-59.
3. GOLDBERGER A.C., LIPSKY B.A., PLORDE J.J., 1981. Suppurative granulomatous lymphadenitis caused by *Corynebacterium ovis* (pseudotuberculosis). *Am. J. Clin. Pathol.*, **76**: 486-490.
4. KESLIN H.H., MCCOY E.L., MCCUSKER J.J., LUTCH L.S., 1979. *Corynebacterium pseudotuberculosis*: a new case of infections and eosinophilic pneumonia. *Amer. J. Med.*, **69**: 228-231.
5. UNANIAN M.M., FESBIANOSILVA A.E.D., PANT K.P., 1985. Abscesses and caseous lymphadenitis in goats in tropical semiarid North East Brazil. *Trop. Anim. Health Prod.*, **17**: 59-62.

Reçu le 9.7.97, accepté le 23.6.98

**Résumé**

**Musa M.T.** Lymphadénite chez des moutons et des chèvres au Soudan

La prévalence et l'évolution de la lymphadénite caséuse (CLA) ont été étudiées chez des moutons et des chèvres au Soudan. Les carcasses de 1 118 moutons et 626 chèvres des deux sexes ont été examinées pour déterminer la présence de la maladie. Soixante et onze moutons (6,35 p. 100) étaient infectés. Ils présentaient des lésions sous forme d'abcès unique ou multiples, ou de processus inflammatoire dans divers organes. Certaines de ces lésions étaient de forme milliaire ressemblant à celles de la tuberculose. Quarante-quatre chèvres (7,05 p. 100) étaient aussi infectées par CLA mais leurs lésions n'étaient présentes qu'en un seul endroit, sous forme d'abcès des nœuds lymphatiques superficiels et pulmonaires. La maladie était davantage progressive chez les moutons que chez les chèvres. Il a été trouvé que CLA avait un impact sur la santé, la reproduction naturelle des moutons et des chèvres, l'économie et l'alimentation des habitants du pays.

**Mots-clés** : Ovin - Caprin - *Corynebacterium pseudotuberculosis* - Lymphadénite - Bactériose - Morbidité - Soudan.

**Resumen**

**Musa M.T.** Linfadenitis en ovejas y cabras en Sudán

Se investigó la prevalencia y el curso de la linfadenitis caseosa (CLA) en ovejas y cabras en Sudán. La enfermedad se examinó en 118 carcasas de ovejas y 626 de cabras de ambos sexos. Se encontraron setenta y un ovejas (6,35%) infectadas, con lesiones como abscesos únicos o múltiples o con procesos inflamatorios en diferentes órganos. Algunas de estas lesiones presentaron forma miliar, similar a la tuberculosis. También se encontraron cuarenta y cuatro (7,05%) cabras infectadas con CLA, pero todas estas lesiones fueron abscesos únicos en linfonodos superficiales y pulmonares. La enfermedad presentó mayor progresión en ovejas que en cabras. CLA presentó un impacto sobre la salud y la reproducción natural de las ovejas y cabras, la economía y la alimentación de la población en el país.

**Palabras clave**: Ovino - Caprino - *Corynebacterium pseudotuberculosis* - Linfadenitis - Bacteriosis - Morbosidad - Sudán.

# Extension des trématodoses du bétail après la construction des barrages dans le bassin du fleuve Sénégal

O.T. Diaw<sup>1</sup> G. Vassiliades<sup>1</sup> Y. Thiongane<sup>2</sup>  
M. Seye<sup>1</sup> Y. Sarr<sup>1</sup> A. Diouf<sup>1</sup>

## Mots-clés

Bovin - Caprin - Ovin - *Fasciola gigantica* - *Schistosoma bovis* - *Paramphistomum* sp. - Epidémiologie - Barrage - Delta - Lac - Sénégal.

## Résumé

Après la mise en service du barrage de Diama (1985-86) et la multiplication des aménagements hydro-agricoles, il a été constaté au niveau du bassin du fleuve Sénégal un développement des trématodoses animales, particulièrement la fasciolose à *Fasciola gigantica*, les schistosomoses à *Schistosoma bovis* et à *S. curassoni* et la paramphistomose à *Paramphistomum* sp. Cette situation épidémiologique des trématodoses chez le bétail s'est manifestée par une augmentation des prévalences au niveau d'anciens foyers (Richard-Toll, Ross-Béthio, Mbane et Keur Momar Sarr). Les taux d'infestation chez les bovins sont passés de 11 à 27 p. 100, de 20 à 30 p. 100 et de 15 à 27 p. 100 respectivement pour la fasciolose, la paramphistomose et la schistosomose. Chez les petits ruminants qui semblaient être épargnés, des prévalences de 2 à 62 p. 100 pour la fasciolose ont été enregistrées, alors que la paramphistomose, plus fréquente, avait un taux de 25 à 30 p. 100. Parallèlement, à partir de 1989-1990 de nouveaux foyers de trématodoses sont apparus : d'une part, au niveau du delta à Tilène, Pont Gendarme et Takhembeut avec des prévalences de 3 à 20 p. 100, 4 à 20 p. 100 et 5 à 36 p. 100 respectivement pour la fasciolose, la schistosomose et la paramphistomose ; d'autre part, au niveau du lac de Guiers à Temeye, Thiago et Senda avec des prévalences de 5 à 86 p. 100, 5 à 11 p. 100 et 5 à 33 p. 100 respectivement pour la fasciolose, la schistosomose et la paramphistomose. Au niveau de ces nouveaux foyers, des prévalences de 2 à 55 p. 100 pour la fasciolose et de 5 à 25 p. 100 pour la paramphistomose ont été enregistrées chez les petits ruminants. La schistosomose était moins fréquente avec des prévalences de 2 à 4 p. 100. Cette nouvelle situation épidémiologique de trématodoses dans le bassin du fleuve Sénégal à partir de 1988-1989 était surtout remarquable par les prévalences très élevées de ces affections, les fortes charges parasitaires et par un polyparasitisme associant douves, schistosomes et paramphistomes.

## ■ INTRODUCTION

Dans le contexte évolutif lié aux modifications de l'environnement, la vallée du fleuve Sénégal a connu de grands bouleversements durant ces dix dernières années.

Après la série des années de sécheresse de 1972-74 et 1982-84, deux barrages ont été construits sur le cours du fleuve Sénégal : celui de Diama en 1986 et de Manantali en 1990. Le premier est un barrage anti-sel situé à 33 km en amont de Saint-Louis. Il permet d'arrêter la remontée de la langue salée qui arrivait jusqu'à 250 km en amont de Saint-Louis et de constituer une réserve d'eau douce pendant toute l'année. Le second, construit en 1989-90, renforce le premier et régularise le cours du fleuve.

Cette mise en service des barrages a permis le développement de l'irrigation et la multiplication des aménagements hydro-agricoles (de grands périmètres d'irrigation sont actuellement aménagés tandis que des périmètres anciens sont peu à peu remis en état).

Cette mise en fonction des barrages ainsi que les aménagements hydro-agricoles associés ont pour corollaire des perturbations écologiques telles que la création de lacs de retenue, de biefs, de canaux d'irrigation, de drains et de vastes surfaces permanentes d'eau douce. Tous ces points d'eau constituent des habitats favorables au développement des mollusques aquatiques hôtes intermédiaires de trématodes.

La mise en valeur de ressources hydrauliques et le développement des mollusques sont des conditions favorables bien connues pour ce qui concerne l'apparition de trématodoses humaines (bilharzioses), mais ces conditions ont été peu évaluées pour les trématodoses animales. Dans ce contexte de bouleversement après la mise en service des barrages (1988-1989), les auteurs ont étudié l'évolution et l'extension des trématodoses animales au niveau du bassin du fleuve Sénégal, dans le delta et le lac de Guiers.

1. Service de parasitologie, Lnerv/Isra, BP 2057, Dakar-Hann, Sénégal

2. Service de virologie, Lnerv/Isra, BP 2057, Dakar-Hann, Sénégal

De 1972 à 1984, du fait de la sécheresse, les trématodoses animales en général et la fasciolose en particulier ont fortement régressé. Dans le delta, les prévalences sont passées de 58 à 12 p. 100, alors qu'au niveau du lac de Guiers la prévalence la plus élevée enregistrée dans les années 1980 était de 5 p. 100 (16, 17 et statistiques du Service régional de la santé animale de Saint-Louis).

Puis, à partir de 1988, après la construction du barrage de Diama il a été constaté de nombreux cas de trématodoses animales dans le delta et le lac de Guiers avec souvent de fortes prévalences allant de 35 à 50 p. 100 chez les bovins et les petits ruminants.

Cette situation épidémiologique n'a cessé de s'aggraver et de 1990 à 1994 de nombreux foyers de trématodoses (fasciolose et schistosomose) ont été enregistrés.

Les pathologies, notamment les bilharzioses urinaire et intestinale, consécutives aux bouleversements écologiques ont été bien étudiées pour ce qui relève de la santé humaine. Les problèmes sanitaires causés par les trématodoses concernent également la santé animale mais n'ont pas été suffisamment pris en compte dans l'épidémiologie parasitaire animale en Afrique.

L'objectif de cette étude était de déterminer la prévalence et l'intensité des principales trématodoses animales (fasciolose, schistosomose et paramphistomose) dans le bassin du fleuve Sénégal (delta et lac de Guiers) et de montrer leur extension favorisée par les modifications actuelles de l'environnement, particulièrement après la construction des barrages.

## ■ MATERIEL ET METHODES

### *Le milieu*

A l'exception de la zone côtière Nord, l'ensemble du bassin du fleuve Sénégal est situé dans la zone sahélienne caractérisée par une longue saison sèche de novembre à juin et une pluviométrie particulièrement défavorable (385 mm à Saint-Louis, 300 mm à Podor).

Le climat chaud et sec est soumis une grande partie de l'année à l'harmatan. La végétation est réduite à des arbustes peu nombreux, épineux pour la plupart. En hivernage, l'herbe pousse en tapis continu de graminées et constitue l'essentiel des pâturages pour le bétail.

La zone d'étude est constituée par le delta ou région du bas Sénégal (de Saint-Louis à Dagana) auquel est associé le lac de Guiers qui communiquait avec le lit principal du fleuve Sénégal au niveau de Richard-Toll par le marigot de la Touey. Le tracé du marigot a été rectifié et remplacé par un canal rectiligne de Richard-Toll au lac de Guiers assurant un meilleur remplissage de ce dernier.

Le cheptel est constitué de zébus Peuls sénégalais ou Gobras. L'élevage est très développé et plus intensif au niveau du lac de Guiers que du delta qui est surtout aménagé pour l'agriculture (irrigation pour le riz principalement).

Depuis l'avènement des barrages, cette région dispose d'eau douce toute l'année, tant au niveau du delta que du lac de Guiers où le niveau de l'eau varie peu. La disponibilité permanente d'eau douce permet de meilleurs remplissages annuels et une plus grande stabilité du niveau du lac. Ces nouvelles conditions ont entraîné l'adoucissement progressif des eaux du lac et une forte régression des variations annuelles de la salinité autrefois importantes (4).

### *Les sites de l'étude*

Les sites de l'étude les plus anciens étaient localisés au niveau des localités de Richard-Toll, de Ross-Béthio (delta), de Mbane et de Keur Momar Sarr (lac de Guiers). C'étaient les principaux foyers de trématodoses animales connus avant la construction des barrages (figure 1).

Après les modifications de l'environnement liées aux barrages dans les années 1988-1990, de nouveaux foyers de fasciolose et de schistosomose animale sont apparus dans le delta à Tilène, Pont Gendarme et Takhembout et dans le lac de Guiers à Thiago, Temeye et Senda.

### *Logique de l'étude*

L'objectif était de montrer l'évolution et l'extension des trématodoses animales en relation avec les modifications du milieu consécutives à la construction des barrages qui ont entraîné une prolifération des mollusques hôtes intermédiaires de trématodes (7).

Ceci s'est traduit à partir de 1989, après la mise en service des barrages, par l'augmentation des prévalences et de l'intensité de ces affections au niveau des anciens foyers et par l'extension de ces trématodoses dans de nouveaux foyers.

### *Enquêtes parasitologiques et malacologiques*

#### *Enquêtes parasitologiques au niveau des anciens foyers*

Des enquêtes parasitologiques ont été effectuées chez le bétail au niveau des anciens foyers de Richard-Toll, de Ross-Béthio, de Mbane et de Keur Momar Sarr. Elles ont permis de connaître la situation épidémiologique des trématodoses dans le bassin du fleuve Sénégal (16, 17). Les prévalences ont été établies par sondages coprologiques (8) et par étude des animaux abattus aux abattoirs.

L'échantillonnage en grappe a été choisi comme méthode de sondage. Des troupeaux ont été sélectionnés et des prélèvements de fèces ont été faits sur tous les animaux. La taille des troupeaux a varié de 10 à 100 animaux.

Au niveau des abattoirs de Saint-Louis et de Richard-Toll, les prévalences des principales trématodoses ont été établies en recherchant les trématodes localisés au niveau du foie (observation macroscopique des canaux pour la récolte de *Fasciola gigantica* et de *Dicrocoelium hospes*), de la panse (mise en évidence des paramphistomes) et des mésentères (mise en évidence des schistosomes). L'examen microscopique du parenchyme hépatique a révélé la présence d'œufs de *Schistosoma bovis*, de *S. curassoni* et de *Dicrocoelium*.

#### *Enquêtes parasitologiques au niveau des nouveaux foyers*

De 1988 à 1994 de nouveaux foyers ont été observés au niveau du delta (Tilène, Pont Gendarme et Takhembout) et du lac de Guiers (Temeye, Thiago et Senda). Les enquêtes ont été effectuées au niveau de ces sites à la suite de nombreux cas de mortalité et/ou de morbidité chez les animaux. Lors de ces enquêtes tous les animaux présentant des troubles cliniques ont été observés et des prélèvements de fèces ont été faits pour des analyses coprologiques (8). Le nombre d'animaux a varié en fonction de la taille des troupeaux.

Certains animaux en phase terminale ont été sacrifiés, puis autopsiés, pour compléter le diagnostic (observation des lésions, prélèvements d'organes, récolte de parasites, etc.).



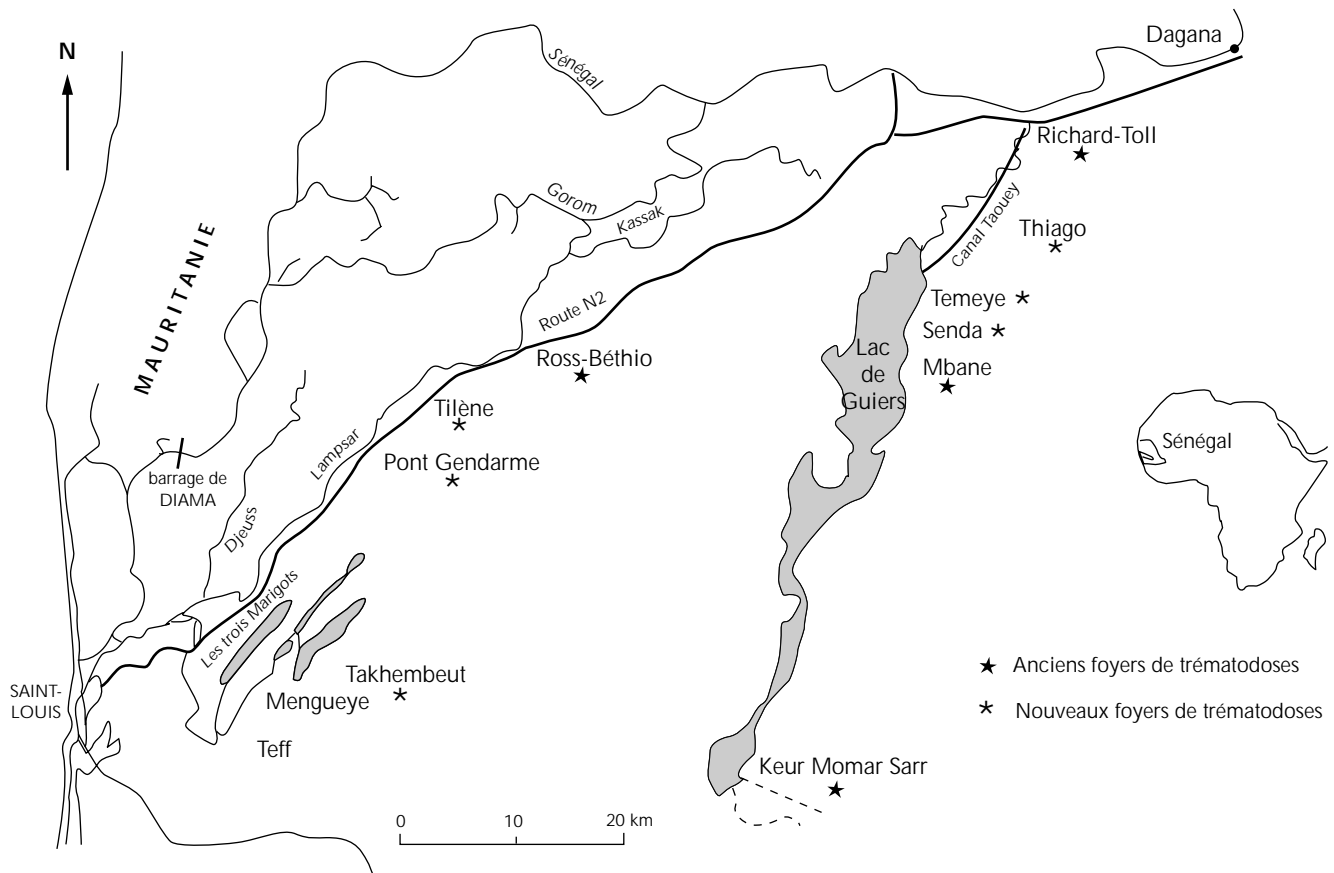


Figure 1 : delta du fleuve Sénégal et lac de Guiers - foyers de trématodoses du bétail.

### Enquêtes malacologiques

Parallèlement aux enquêtes parasitologiques, des prospections malacologiques ponctuelles ont été effectuées au niveau de ces sites dans les zones de pâture et aux points d'abreuvement des animaux (mares, marigots, fleuve, lac, etc.).

Les mollusques ont été recherchés dans la végétation, dans la boue et au niveau des différents débris pouvant servir de supports. La recherche s'est effectuée à l'aide d'une époussette munie d'un manche de 1,5 m de long. Les mollusques ont été récoltés et conservés dans des pots de prélèvement puis ramenés au laboratoire pour être examinés. Les différents mollusques ont été identifiés selon la clé de Mandahl Barth (12) et de Brown (3), puis groupés par espèce pour les dénombrer.

Afin d'étudier leur infestation, ces mollusques ont été mis dans des piluliers avec de l'eau distillée et exposés individuellement à la lumière du soleil ou celle d'une lampe pendant 10 à 15 min pour favoriser la sortie des cercaires. Ces dernières ont été récoltées et identifiées selon la clé de Frandsen et Christensen (9). Ces parasites peuvent aussi être déterminés par chétotaxie (13) et l'identification est confirmée par des infestations expérimentales de rongeurs (identification des adultes et des œufs après 30 à 45 jours).

Ainsi pour chaque espèce de mollusque récoltée on détermine la nature et le taux d'infestation parasitaire ce qui permet d'établir son rôle épidémiologique dans la transmission des trématodoses. La densité malacologique est exprimée par le nombre de mollusques récolté par une personne pendant une heure.

Ces enquêtes malacologiques, ponctuelles et transversales ont été effectuées au niveau des anciens foyers et des nouveaux sites.

### ■ RESULTATS

#### Situation épidémiologique dans les anciens foyers du delta et du lac de Guiers

##### Situation avant l'avènement des barrages

En 1971, les enquêtes au niveau du delta et du lac de Guiers dans ces quatre principaux sites établissaient l'existence de la fasciolose dont la prévalence variait de 58 à 60 p. 100 chez les bovins. Les paramphistomoses avaient une prévalence de 34 p. 100 et la schistosomose, plus faible, de 5 p. 100 (16).

Un suivi aux abattoirs de Saint-Louis en février, mai et octobre 1978 ont permis de constater la diminution de la prévalence de la fasciolose avec respectivement des valeurs de 16, de 6 et de 7 p. 100.

De 1974 à 1984, les données statistiques fournies par les agents des secteurs de l'élevage au niveau des abattoirs de Saint-Louis, de Richard-Toll et de Dagana ont permis d'établir la situation des trématodoses animales dans le delta et le lac de Guiers. Ainsi, a-t-il été rapporté en 1985 une forte baisse des principales trématodoses. Les niveaux moyens des prévalences étaient de 11, de 15 et de 20 p. 100 respectivement pour la fasciolose, la schistosomose et la paramphistomose (statistiques du Service régional de la santé animale de Saint-Louis).

Chez les petits ruminants, les prévalences étaient presque nulles et quelques rares cas de paramphistomoses ont été signalés.

### Situation après la mise en service des barrages

Des sondages coprologiques effectués au niveau de Richard-Toll, de Ross-Béthio et de Mbane en janvier 1989 et octobre 1991 sur 150 bovins ont montré une forte évolution des prévalences des trématodoses (figure 2, tableau I).

A Mbane, il faut signaler en juillet 1988 une importante épidémie de fasciolose ovine, la première enregistrée au niveau du bassin du fleuve Sénégal, avec une prévalence de 62 p. 100 (15).

Au niveau des abattoirs de Richard-Toll et de Saint-Louis, entre 1989 et 1991, les agents d'élevage chargés des inspections ont enregistré une augmentation des cas de fasciolose ovine dont la prévalence variait de 2 à 11 p. 100. Les caprins étaient faiblement infestés (0,5 p. 100) (statistiques du Service régional de la santé animale de Saint-Louis).

En 1992, sur un total de 250 petits ruminants de la zone de Ross-Béthio, les analyses coprologiques ont révélé une prévalence de 15 p. 100 pour la fasciolose et de 25 p. 100 pour la paramphistomose.

Des prospections malacologiques au niveau des principaux points d'eau (points d'abreuvement) fréquentés par les animaux de ces sites ont montré une forte prolifération des mollusques surtout dans les marigots et le lac de Guiers. Des mollusques pulmonés, particulièrement les limnées qui colonisent un plus grand nombre de sites, pullulaient et une augmentation des bulins a également été enregistrée.

Sur un total de 150 limnées récoltées dans trois sites, une infestation globale de 15 p. 100 a été relevée avec *F. gigantica* (1). De même des *Bulinus truncatus* (25 sur 100) étaient porteurs de cercaires de paramphistomes identifiées comme étant *Paramphistomum phillerouxi* (2, 13).

A Keur Momar Sarr, depuis 1990, de nombreux cas de fasciolose bovine ont été signalés. Ainsi une enquête en janvier 1992 portant sur six troupeaux de 30 à 80 bovins a révélé de fortes prévalences variant d'un élevage à l'autre : fasciolose 20 à 35 p. 100, schistosomose 15 à 23 p. 100 et paramphistomose 20 à 27 p. 100. Chez les petits ruminants (100 sujets) des prévalences de fasciolose de 12 à 15 p. 100 et de paramphistomose de 25 à 30 p. 100 ont été enregistrées.

Cette situation n'a cessé d'évoluer et en 1994 un foyer de fasciolose est apparu. Une enquête a été effectuée en mars 1994 et a permis d'enregistrer une prévalence globale de 47 p. 100 de fasciolose sur les 350 animaux observés fréquentant le lac de Guiers. De plus, des cas de schistosomose (27 p. 100) et de paramphistomose (37 p. 100) ont été observés.

Dès lors, les bergers connaissant les dangers du lac n'y conduisaient plus les petits ruminants, ces affections leur ayant ainsi été épargnées (aucun cas de trématodose sur les 150 analyses coprologiques).

Devant cette situation épidémiologique, une expérience a été tentée afin de montrer la permanence des risques de transmission de la fasciolose au niveau du lac et aussi la réceptivité des petits ruminants (introduction d'animaux traceurs). Ainsi, en septembre 1994 des « animaux de case » (trois chèvres et trois moutons) indemnes de trématodoses ont été introduits dans la zone du lac au niveau du village de Louboudou. Une fois marqués (boucle à l'oreille), ils ont été confiés à un berger du village et, comme les autres animaux de la zone, ont fréquenté le lac pour s'abreuver et ont utilisé les pâturages qui le bordaient. Après un séjour de 30 à 45 jours, une chèvre et un mouton sont morts atteints de fasciolose. A l'autopsie, de jeunes douves ont été récoltées dans le foie. Les autres animaux ont été transférés à Dakar dans une étable du service de parasitologie pour y être suivis. Après 75 jours, les quatre animaux restants ont été sacrifiés. A l'autopsie, un second mouton et une deuxième chèvre se sont révélés infestés. Des lésions au niveau du foie et la présence de douves dans les canaux hépatiques ont été observés. Sur les six animaux exposés, quatre ont été infestés (deux moutons et deux chèvres).

Cette étude expérimentale a montré que le lac de Guiers était une zone à haut risque de transmission de la fasciolose, ce qui explique les fortes prévalences de cette affection chez le bétail exposé.

Des bulins, des *Biomphalaria* et des limnées (*Lymnaea natalensis*) ont été récoltés, mais seules ces dernières ont révélé une infestation par *Fasciola gigantica* (1) avec un taux de 25 p. 100 (28/102).

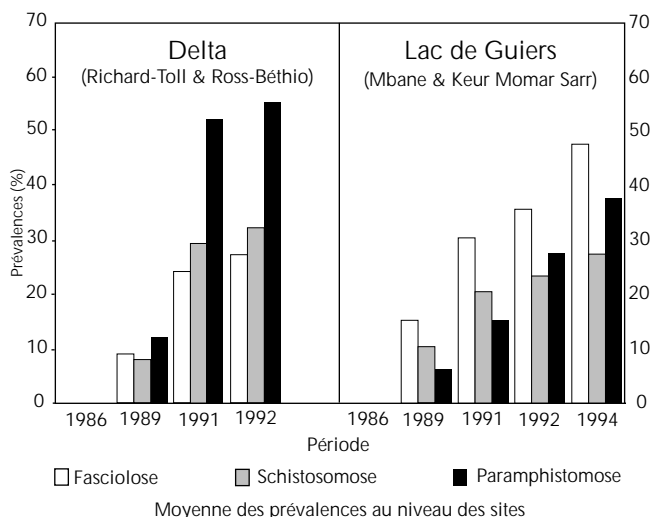


Figure 2 : évolution des trématodoses du bétail dans le bassin du fleuve Sénégal. Prévalences chez les bovins au niveau des anciens foyers (1988-1994).

Tableau I

Evolution des prévalences de trématodoses chez les bovins à Richard-Toll, Ross-Béthio et Mbane (enquêtes coprologiques en janv. 1989 et oct. 1991 sur 150 bovins)

Périodes et prévalences	% de fasciolose		% de schistosomose		% de paramphistomose	
	Janv. 89	Oct. 91	Janv. 89	Oct. 91	Janv. 89	Oct. 91
Richard-Toll	10	15	8	33	15	43
Ross-Béthio	8	32	8	25	8	60
Mbane	15	30	10	20	6	15

De 1988 à 1994, les données obtenues concernant les trématodose du bétail au niveau des sites du delta (Richard-Toll et Ross-Béthio) et ceux du lac de Guiers (Mbane et Keur Momar Sarr) ont montré une progression des prévalences de la fasciolose, de la schistosomose et de la paramphistomose.

Concernant les petits ruminants, c'est à partir de 1988, juste après la construction du barrage de Diama, que les premiers cas de fasciolose et de schistosomose ont été enregistrés.

### Situation épidémiologique dans les nouveaux foyers de trématodose

C'était la première fois que des cas de trématodose animales étaient signalés au niveau de Tilène, Pont Gendarme et Takhembeut dans le delta, et de Senda, Temeye et Thiago dans le lac de Guiers (figure 3). Jusqu'en 1985-1986 (avant la construction des barrages), les enquêtes antérieures n'avaient jamais reporté l'existence de ces foyers de trématodose (16, 17).

#### Situation dans les foyers du delta

##### ■ Foyers de Tilène et de Pont Gendarme

En février 1990, des sondages coprologiques ont été effectués sur quatre des sept troupeaux de bovins qui existaient à Tilène. De même, des prélèvements de fèces ont été faits sur trois des cinq troupeaux de Pont Gendarme. La taille des troupeaux a varié de 10 à 30 animaux. Les analyses coprologiques ont révélé la présence de trématodes : *Fasciola gigantica*, *Schistosoma bovis*, *S. curassoni* et *Paramphistomum* sp. C'était la première fois que des trématodose étaient signalées dans cette zone du delta. Les prévalences ont varié d'un troupeau à l'autre et d'un site à l'autre. A Tilène 80 bovins et 110 petits ruminants et à Pont Gendarme 65 bovins et 90 petits ruminants ont été observés. Les prévalences enregistrées au niveau des deux sites se sont présentées ainsi : fasciolose 3 à 20 p. 100, schistosomose 4 à 10 p. 100 et paramphistomose 5 à 36 p. 100.

Chez les petits ruminants ces mêmes affections ont été signalées, mais avec des prévalences plus faibles : la fasciolose a varié de 2 à 8 p. 100, la schistosomose de 2 à 4 p. 100 et la paramphistomose de 5 à 10 p. 100 (tableau II).

Tous les animaux de Tilène et de Pont Gendarme fréquentaient le marigot Lampsar.

La prospection malacologique effectuée au niveau du marigot Lampsar dans les zones d'abreuvement des animaux a permis de

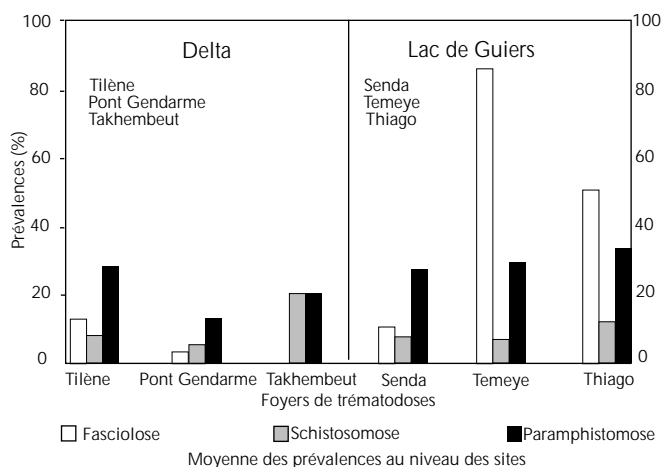


Figure 3 : nouveaux foyers de trématodose dans le delta du fleuve Sénégal et le lac de Guiers. Prévalences de la fasciolose, de la schistosomose et de la paramphistomose chez les bovins (1990-1993).

récolter les mollusques suivants : *Lymnaea natalensis* (30 spécimens), *Bulinus truncatus* (50 spécimens), *B. globosus* (25 spécimens) et *B. forskalii* (15 spécimens). L'étude de ces mollusques au laboratoire a montré les taux d'infestation suivants : 50 p. 100 chez *Lymnaea natalensis* avec *F. gigantica*, 25 p. 100 chez *B. truncatus* avec *S. bovis* et 5 p. 100 chez *B. globosus* avec *S. curassoni* (9).

##### ■ Foyer de Takhembeut

En mai 1993, des cas de mortalité ont été enregistrés dans la zone des trois marigots à Takhembeut, Mengueye et Teff mais n'ont concerné que les bovins (104 sur 510, soit 20 p. 100 des animaux des troupeaux visités). Les petits ruminants ont été épargnés car ils ne fréquentaient pas cette zone de transhumance et utilisaient des pâturages éloignés des points d'eau.

Cinq troupeaux et campements d'éleveurs ont été visités ainsi que les points d'eau environnants qui font partie d'un ensemble constitué par des mares temporaires et par la zone des trois marigots.

Les études coprologiques sur 100 bovins ont montré une prévalence de 20 p. 100 de schistosomose à *Schistosoma bovis* et de 20 p. 100 de paramphistomose (tableau II). Les trématodose étaient dominantes avec souvent des associations parasitaires. Dix pour cent d'animaux hébergeaient des schistosomes et des paramphistomes.

Tableau II

Prévalences des trématodose au niveau des nouveaux foyers apparus à partir de 1990 chez des bovins et des petits ruminants (PR) du delta et du lac de Guiers

Foyers de trématodose	% de fasciolose		% de schistosomose		% de paramphistomose	
	Bovins	PR	Bovins	PR	Bovins	PR
Tilène (1990)	5 à 20	2 à 8	5 à 10	2 à 4	20 à 36	5 à 10%
Pont Gendarme (1990)	1 à 5		1 à 8		5 à 20	
Takhembeut (1993)	négatif	négatif	20	négatif	20	négatif
Senda (1991-1992)	5 à 15	20 à 50	4 à 10	négatif	24 à 30	15 à 25
Temeye (1992)	86	28	6	négatif	29	15
Thiago (1992)	50		11		33	

L'autopsie d'un bovin malade sacrifié a révélé la présence de *Schistosoma bovis* avec de fortes charges parasitaires (200 schistosomes au niveau des mésentères et du foie) et une panse entièrement tapissée de paramphistomes, *Paramphistomum phillerouxi* (2) (confirmation par Dr Otto Sey, comm. pers.) et de *Carmyerus* sp.

Aucun cas de trématodose n'a été enregistré sur les 150 analyses coprologiques de moutons et de chèvres (tableau II).

Les mares alimentées par les marigots du Djeuss étaient à sec à partir de décembre. En 1993 il y a eu des lâchages d'eau depuis le barrage de Diama, ce qui a permis de réalimenter ces mares, créant des conditions favorables pour les mollusques. Ainsi l'eau et les maigres pâturages autour de ces mares ont retenu les animaux, particulièrement les bovins, dans cette zone.

Deux mares ont été prospectées dans la zone de Takhembout et seuls *Bulinus truncatus* (35 spécimens) et *Lymnaea natalensis* (15 spécimens) ont été récoltés. Les densités étaient faibles et aucune infestation n'a été révélée.

#### Situation dans les foyers du lac de Guiers

##### ■ Foyer de Senda

Senda est une localité située entre Mbane et Temeye. En octobre 1991, un premier sondage coprologique réalisé sur 80 petits ruminants et 100 bovins a permis aux auteurs de constater l'existence de trématodoses dans cette zone. Les prévalences enregistrées étaient les suivantes :

- 5 p. 100 de fasciolose et 20 p. 100 de paramphistomose chez les bovins ;

- 20 p. 100 de fasciolose et 15 p. 100 de paramphistomose chez les petits ruminants (tableau II).

Cette situation épidémiologique a évolué et en janvier 1992 de nombreux cas de mortalité ont été signalés chez les petits ruminants (100) au niveau de cinq troupeaux.

En mars 1992, une enquête a été réalisée à Senda sur un total de 200 petits ruminants et 150 bovins. Les analyses coprologiques ont donné les résultats suivants :

- 30 p. 100 de fasciolose et 40 p. 100 de paramphistomose chez les bovins ;

- 55 p. 100 de fasciolose et 25 p. 100 de paramphistomose chez les petits ruminants (tableau II).

##### ■ Foyers de Temeye et de Thiago

En octobre et en novembre 1992, de nombreux cas de mortalité ont été signalés parmi des troupeaux de bovins et de petits ruminants à Thiago et à Temeye dans la zone du lac de Guiers.

Suite à cette situation, une enquête a été effectuée en janvier 1993 et a permis de dénombrier 300 bovins morts au niveau de deux troupeaux comprenant un total de 850 animaux, soit 35 p. 100.

Seuls les animaux qui utilisaient les parcours jouxtant le lac de Guiers ont été atteints. Ceux qui vivaient hors de cette zone n'ont pas été touchés.

Les enquêtes coprologiques réalisées au niveau des différents troupeaux et les autopsies d'animaux malades ont révélé l'importance de la fasciolose à *Fasciola gigantica* comme cause principale de la morbidité et de la mortalité observées chez les animaux.

A Temeye, sur les 200 bovins observés, les prévalences suivantes ont été enregistrées : fasciolose 86 p. 100, paramphistomose 29 p. 100 et schistosomose 6 p. 100. Un polyparasitisme chronique a été observé avec des cas d'association parasitaire comme *F. gigantica* et *Paramphistomum* sp. (26 p. 100). Concernant les petits ruminants, sur les 100 ovins observés, une prévalence de 28 p. 100 pour la fasciolose et de 15 p. 100 pour la paramphistomose a été enregistrée (tableau II).

A Thiago, les analyses coprologiques sur 150 bovins ont révélé les prévalences suivantes : fasciolose 50 p. 100, paramphistomose 33 p. 100 et schistosomose 11 p. 100 (tableau II). Plusieurs types d'association parasitaire ont été observés chez ces animaux : *F. gigantica* et *Paramphistomum* sp. (28 p. 100), *F. gigantica* et *Schistosoma bovis* (11 p. 100), et *F. gigantica*, *Paramphistomum* sp. et *Schistosoma bovis* (6 p. 100). Les animaux étaient fortement infestés.

En février et en avril 1993, des prospections malacologiques au niveau des différents points d'abreuvement ont permis de récolter de nombreux mollusques hôtes intermédiaires : *Biomphalaria pfeifferi*, *Lymnaea natalensis*, *Bulinus truncatus* et *B. forskalii*. Les *Lymnaea* et les *Biomphalaria* étaient majoritaires avec des densités respectives de 146 et 86. Dans la zone du lac, à Temeye et à Thiago, les *Lymnaea* étaient infestées par *Fasciola gigantica* avec un taux de 15 p. 100.

Entre Temeye et Thiago il y avait des zones où le lac n'était pas accessible au bétail (terres réservées aux cultures). Ainsi des mares artificielles ont été aménagées à certains endroits pour l'abreuvement du bétail et étaient alimentées en eau par pompage à partir du lac. Ces mares étaient indemnes de mollusques et les animaux qui les fréquentaient n'étaient pas atteints par la fasciolose.

## ■ DISCUSSION

Depuis les années 1970, des conditions écologiques défavorables (période de sécheresse qui a duré une dizaine d'années) avaient réduit très fortement les populations de mollusques, ayant ainsi entraîné la disparition progressive de la fasciolose devenue très rare dans le bassin du fleuve Sénégal, ainsi qu'une baisse sensible de la schistosomose et des paramphistomes. De 1974 à 1984, les prévalences enregistrées aux abattoirs de Saint-Louis, Richard-Toll et Dagona ont confirmé la diminution de ces trématodoses : fasciolose 11 p. 100, schistosomose 15 p. 100 et paramphistomose 30 p. 100 (16, 17). Cette forte diminution des prévalences des trématodoses, particulièrement la fasciolose, de 1971 à 1985 était l'une des conséquences des dix années consécutives de sécheresse.

Actuellement, les modifications du milieu induites par la mise en service des barrages ont créé des conditions favorables à la prolifération de mollusques hôtes intermédiaires de trématodes (7). Ainsi, la période de 1988 à 1994 a été marquée par un développement et une extension des trématodoses animales (fasciolose, schistosomose, paramphistomose) avec une très forte progression des prévalences des maladies (figure 2) et la multiplication de nouveaux foyers de fasciolose et de schistosomose (figure 3). Les bovins étaient les plus atteints, mais il faut cependant signaler dans cette zone la prévalence de ces maladies chez les petits ruminants avec des taux d'infestation souvent très élevés (15).

Les trématodoses principales étaient la fasciolose à *Fasciola gigantica*, les paramphistomes et les schistosomes. *Schistosoma bovis* était plus fréquent que *S. curassoni* (6) en raison de la plus

vaste distribution de son hôte intermédiaire *B. truncatus*. Cependant, il faut enregistrer la nouvelle colonisation du marigot Lampsar par *B. globosus* (19, 20), hôte potentiel de *S. curassoni*. En effet, après la mise en service du barrage de Diama, une plus grande distribution des bulins, avec souvent de fortes densités, a été constatée dans le delta et le lac de Guiers (7).

Cette évolution des trématodose était bien plus nette au niveau du lac de Guiers, particulièrement avec la fasciolose et les paramphistomose. Cependant il faut souligner qu'au niveau des deux zones (delta et lac de Guiers), les prévalences étaient plus élevées que celles observées en 1985, particulièrement à partir de 1990-91 (figure 2). C'est effectivement à cette même période que sont apparus les nouveaux foyers dans les deux zones.

Au niveau des nouveaux foyers, les prévalences de la fasciolose et des paramphistomose observées chez les animaux du lac de Guiers étaient plus élevées que celles enregistrées au niveau du delta (figure 3).

L'extension de ces trématodose s'est produite suivant un axe nord-sud/sud-ouest au niveau du lac de Guiers (de Richard-Toll à Keur Momar Sarr) et du delta (de Ross-Béthio à Saint-Louis).

Les taux actuels des trématodose étaient équivalents sinon supérieurs à ceux révélés dans le bassin du fleuve Sénégal avant les années de sécheresse.

Cette situation d'évolution et d'extension des trématodose animales est intimement liée à la prolifération des mollusques pulmonés observée dans le delta et le lac de Guiers après la mise en service des barrages de Diama et de Manantali. Cette pullulation d'hôtes intermédiaires de trématodose constitue une des premières conséquences des changements écologiques intervenus dans le bassin (7).

Après la construction du barrage de Diama et le retour d'une pluviométrie proche de la normale, cette situation épidémiologique évolutive a été favorisée par certains facteurs écologiques et épidémiologiques tels que :

- la présence permanente d'eau douce au niveau du fleuve et des marigots (barrages de Diama et de Manantali), et la régularisation du niveau d'eau dans le lac de Guiers ;
- le développement de l'irrigation et la multiplication des aménagements hydro-agricoles ;
- la pullulation des mollusques vecteurs et la colonisation de nouveaux points d'eau ;
- la forte concentration du bétail autour des points d'eau ;
- la forte crue du fleuve Sénégal de l'année 1994 qui a favorisé l'extension des mollusques vers d'autres zones transportant ainsi les métacercariae et la distomatose.

De tous ces facteurs, le plus déterminant est la prolifération des mollusques (7), en particulier les pulmonés, hôtes intermédiaires de trématodose (5).

Le fait le plus remarquable au niveau de ces foyers est le polyparasitisme chronique, dominé par des trématodose, la pathologie dominante sévissant chez le bétail dans la zone du delta et du lac de Guiers (10).

L'incidence de ces trématodose sur la santé et les productions animales est considérable, allant d'une simple perte de poids à la mort des animaux les plus atteints, et entraîne des pertes économiques importantes.

## ■ CONCLUSION

Cette nouvelle situation épidémiologique découle des bouleversements écologiques survenus ces dernières années au niveau du bassin du fleuve Sénégal et du lac de Guiers. On assiste à un développement et à une extension des foyers de fasciolose et de schistosomose animales ainsi que de ceux de bilharzioses humaines. Cette situation est d'autant plus préoccupante pour le Sénégal qu'elle peut concerner des projets en cours, tels la remise en eau des vallées fossiles et le creusement du canal du Cayor, canal à ciel ouvert devant relier le lac de Guiers à Dakar, à 200 km plus au sud.

Une surveillance épidémiologique et malacologique constante ainsi qu'un plan d'urgence de lutte contre les trématodose et les mollusques vecteurs sont nécessaires dans tout le bassin du fleuve Sénégal où les conditions écologiques sont très favorables à l'extension des trématodose.

## BIBLIOGRAPHIE

1. ALBARET J.L., BAYSSADE-DUFOUR CH., DIAW O.T., VASSILIADES G., GRUNER L., 1980. Données complémentaires sur les organites argyrophiles superficiels du miracidium et de la cercaire de *Fasciola gigantica* (Cobbold, 1855) (Trematoda : Fasciolidae) et sur l'épidémiologie de ce parasite. *Ann. Parasitol. (Paris)*, **55** : 541-552.
2. ALBARET J.L., BAYSSADE-DUFOUR CH., DIAW O.T., VASSILIADES G., SEY O., GRUNER L., 1981. Description des organites argyrophiles superficiels du miracidium et de la cercaire de *Paramphistomum phillierouxi* Dinnik, 1961. *Ann. Parasitol. (Paris)*, **56** : 127-154.
3. BROWN D., 1994. Fresh water snails of Africa and their medical importance, 2nd ed. London, UK, Taylor and Francis Ltd, 609 p.
4. COGELS F.X., THIAM A., GAC J.I., 1993. Premiers effets des barrages du fleuve Sénégal sur le lac de Guiers. *Revue Hydrobiol. trop.*, **26** : 105-117.
5. DIAW O.T., PICOT H., ALBARET J.L., BAYSSADE-DUFOUR CH., VASSILIADES G., 1986. Rôle épidémiologique des mollusques du genre *Bulinus* dans la transmission des schistosomioses humaines et animales au Sénégal. *Revue méd. Côte d'Ivoire*, 20<sup>e</sup> année, (75) : 183.
6. DIAW O.T., VASSILIADES G., 1987. Epidémiologie des schistosomose du bétail au Sénégal. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **40** : 265-274.
7. DIAW O.T., VASSILIADES G., SEYE M., SARR Y., 1990. Prolifération de mollusques et incidence sur les trématodose dans la région du delta et du lac de Guiers après la construction du barrage de Diama sur le fleuve Sénégal. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **43** : 499-502.
8. EUZEBY J., 1958. Diagnostic expérimental des helminthoses animales. Travaux pratiques d'helminthologie vétérinaire. Paris, France, Vigot frères.
9. FRANDSEN F., CHRISTENSEN N.O., 1984. An introductory guide to identification of cercariae from African freshwater snails with reference to cercariae of trematode species of medical and veterinary importance. *Acta tropica*, **41** : 181-202.
10. KABORET Y.Y., THIONGANE Y., SAWADOGO G., AKAKPO A.J., 1993. Etude anatomo-clinique d'un cas de polyparasitisme à *Fasciola gigantica* et à *Schistosoma bovis* chez un zébu Peulh au Sénégal. *Revue Méd. vét.*, **144** : 759-765.
11. MALEK E.A., CHAINE J.P., 1989. Effect on the developments in the Senegal River basin on the prevalence and spread of schistosomiasis. In: M.W. Service Ed., Demography and vector borne diseases. Boca Raton, FL, USA, CRC Press, p. 181-192.
12. MANDAH BARTH G., 1973. A field guide of African fresh water snails: 1. West African species (Senegal - Nigeria). Charlottenlund, Denmark, WHO Snail Identification Centre, Danish Bilharziasis Laboratory, 29 p.

13. RICHARD J., 1971. La chétotaxie des cercaires. Valeur systématique et phylétique. *Mém. Mus. natl. Hist. nat., Paris, Ser. A Zool.*, **67** : 1-179.
14. TALLA I., KONGS A., VERLE P., BELOT J., SARR S., COLL A.M., 1990. Outbreak of intestinal schistosomiasis in the Senegal River basin. *Ann. Soc. Belge Méd. trop.*, **70**: 173-180.
15. TOURAND J.F., 1994. L'élevage dans la révolution agricole au Waalo. Ruptures et continuités. Thèse doct. Etat, Université Paris XII, Créteil, France, 416 p.
16. VASSILIADES G., 1974. Les affections parasitaires à helminthes chez les bovins domestiques de la région du fleuve Sénégal. *Bull. Epizoot. Afr.*, **22** : 74-78.
17. VASSILIADES G., 1978. Les affections parasitaires dues à des helminthes chez les bovins du Sénégal. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **31** : 157-163.
18. VERCRUYSE J., SCANDEVYL P., 1984. Parasitological and pathological observations in schistosomiasis in sheep in Senegal. *J. Helminth.*, **58**: 219- 220.
19. VERCRUYSE J., SOUTHGATE V.R., ROLLINSON D., 1985. Epidemiology of human and animal schistosomiasis in the Senegal River basin. *Acta tropica*, **42**: 249-259.
20. VERLE P., STELMA F., DESREUMAUX P., DIENG A., DIAW O.T., KONGS A., NIANG M., SOW S., TALLA I., STURROCK R.F., GRYSEELS B., CAPRON A., 1994. Preliminary study of urinary schistosomiasis in a village in the delta of the Senegal River basin, Senegal. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, **88**: 401-405.

Reçu le 14.2.97, accepté le 17.8.98

## Summary

**Diaw O.T., Vassiliades G., Thiongane Y., Seye M., Sarr Y., Diouf A.** Spread of cattle trematodoses after dam building in the Senegal River basin

After Diama dam became operational in 1985-1986 and many hydro-agricultural points were set up, an increase in animal trematodoses was observed in the Senegal River basin. It concerned in particular *Fasciola gigantica*, *Schistosoma bovis*, *S. curassoni* and *Paramphistomum* sp. The cattle trematodosis epidemiology showed itself in the disease prevalence increase in existing foci (Richard-Toll, Ross-Béthio, Mbane et Keur Momar Sarr). Infestation rates in cattle increased from 11 to 27%, 20 to 30% and 15 to 27% for fasciolosis, paramphistomosis and schistosomosis, respectively. In small ruminants, who had seemed spared, 2-62% fasciolosis prevalence rates were recorded, whereas they were 25-30% for paramphistomosis. In a parallel manner, new trematodosis foci appeared starting in 1989-1990: 1) at the delta level in Tilène, Pont Gendarme et Takhembeut with 3-20, 4-20 and 5-36% prevalence rates for fasciolosis, schistosomosis and paramphistomosis, respectively; and 2) at the Guiers Lake level in Temeye, Thiago et Senda with 5-86, 5-11 and 5-33% prevalence rates for fasciolosis, schistosomosis and paramphistomosis, respectively. In these new foci, 2-55 and 5-25% prevalence rates were recorded in small ruminants for fasciolosis and paramphistomosis, respectively. Schistosomosis was not as frequent with 2-4% prevalence rates. This new trematodosis epidemiology in the Senegal River basin starting in 1988-1989 was chiefly remarkable by very high infection rates and parasite burdens, and by a polyparasitism which combined *Fasciola gigantica*, *Schistosoma bovis*, *S. curassoni* and *Paramphistomum* sp.

**Key words:** Cattle - Goat - Sheep - *Fasciola gigantica* - *Schistosoma bovis* - *Paramphistomum* sp. - Epidemiology - Dam - Delta - Lake - Senegal.

## Resumen

**Diaw O.T., Vassiliades G., Thiongane Y., Seye M., Sarr Y., Diouf A.** Extensión de las infecciones por tremátodos en el ganado, después de la construcción de represas en la cuenca del río Senegal

Después del inicio del funcionamiento de la represa de Diama (1985-1986) y de la multiplicación de las obras hidro-agrícolas, se ha constatado, a nivel de la cuenca del río Senegal, un desarrollo de las infecciones animales por tremátodos, particularmente la fasciolosis por *Fasciola gigantica*, las esquistosomosis por *Schistosoma bovis* y por *S. curassoni* y la paranfistomosis por *Paramphistomum* sp. Este cuadro epidemiológico de los tremátodos en el ganado se ha manifestado por un aumento de las prevalencias a nivel de los antiguos focos (Richard-Toll, Ross-Béthio, Mbane y Keur Momar Sarr). Las tasas de infestación en los bovinos pasaron de 11 a 27%, de 20 a 30% y de 15 a 27% para la fasciolosis, la paranfistomosis y la esquistosomosis respectivamente. En los pequeños rumiantes, que parecían ilesos, se registraron prevalencias de 2 a 62% para la fasciolosis, mientras que la paranfistomosis, más frecuente, tuvo una tasa de 25 a 30%. En forma paralela, a partir de 1989-1990, aparecieron nuevos focos de tremátodos: por un lado a nivel del delta en Tilene, Puerto Gendarme y Takhembeut, con prevalencias de 3 a 20%, 4 a 20% y de 5 a 36% respectivamente para la fasciolosis, esquistosomosis y paranfistomosis. Por otro lado, a nivel del lago de Guiers, en Temeye, Thiago y Senda, con prevalencias de 5 a 86%, de 5 a 11% y de 5 a 33% respectivamente para la fasciolosis, esquistosomosis y paranfistomosis. En estos nuevos focos, a nivel de los pequeños rumiantes, se registraron prevalencias de 2 a 55% para la fasciolosis y de 5 a 25% para la paranfistomosis. La esquistosomosis fue menos frecuente, con prevalencias de 2 a 4%. Esta nueva situación epidemiológica de los tremátodos (fasciolosis, esquistosomosis y paranfistomosis) en la cuenca del río Senegal, a partir de 1989-1990, es importante principalmente por las altas prevalencias de estas afecciones, las fuertes cargas parasitarias y por un poliparasitismo asociado a fasciolas, esquistosomas y paranfistomos.

**Palabras clave:** Ganado bovino - Caprino - Ovino - *Fasciola gigantica* - *Schistosoma bovis* - *Paramphistomum* sp. - Epidemiología - Represa - Delta - Lago - Senegal.

# Rhabditic dermatitis in a bull apparently caused by *Pelodera strongyloides*

I. Yeruham <sup>1\*</sup> S. Perl <sup>2</sup>

## Key words

Cattle - Bull - *Pelodera strongyloides* - Dermatitis - Rhabditidae.

## Summary

Dermatitis probably caused by *Pelodera strongyloides* in a 4-year-old Charolais bull is described. Spontaneous recovery of the skin lesion on the abdomen occurred within four weeks of the animal being moved from the infected area.

## INTRODUCTION

Rhabditic dermatitis is caused by a free-living nematode, *Pelodera strongyloides* (4), which is a saprophytic soil nematode. This nematode lives in wet, decaying bedding, moist soil and occasionally in bruised and moist skin. The disease is rare and is usually associated with keeping animals in filthy conditions, where they are constantly exposed to invasion by the free-living nematodes. The lesions are confined to areas which have been in contact with contaminated materials (9), and the nematode takes up residence in the hair follicles (9). *P. strongyloides* dermatitis has been described in dogs (2, 8, 11), horses (3), cattle (5, 7), sheep (1), guinea pigs (10) and humans (6). The nematode has also been found in the eye orbits of several rodent species (10).

To the authors' knowledge, *Pelodera* dermatitis had not been reported in the Mediterranean regions so far.

## CASE HISTORY AND CLINICAL FINDINGS

A 4-year-old bull out of a group of 30 Charolais imported two years ago was presented at the school because of a skin lesion on the abdomen. A single affected area was observed on the abdomen, 12 cm in diameter, with marked skin thickening which became wrinkled with alopecia, and containing thick yellow caseous material. No scratching or licking of the lesion was detected.

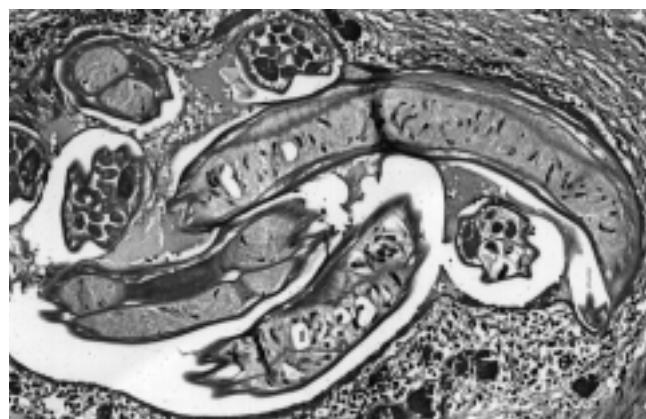


Figure 1: Longitudinal and transverse sections of *Pelodera strongyloides* larvae in the dermis with secondary inflammation (hematoxylin-eosin; x10).

A biopsy was taken with a 4 mm cutaneous punch after the site had been anesthetized by infiltration of 2% procaine. The tissue samples were fixed in 10% neutral buffered formaldehyde, serially sectioned, and stained with hematoxylin-eosin.

On histopathological examination, the hair follicles were found to contain transverse and longitudinal sections of small nematodes, keratotic material and nuclear debris (figure 1). The parasites were not confined to the hair shafts; they were also found within the space in the dermis. There was a dense perifollicular infiltration of inflammatory cells, histocytes and numerous eosinophils.

Microscopic examination of scrapings from the skin lesion revealed numerous motile larvae which could correspond to *P. strongyloides*, according to the description of Willers (11). No pathogenic bacteria or fungi were isolated from skin samples submitted for bacteriological and mycological examination. No treatment was attempted, and the affected animal recovered spontaneously within four weeks of the animals being moved to a new, clean and dry location with plenty of bedding.

1. "Hachaklait" Gadera and the Koret School of Veterinary Medicine, the Hebrew University of Jerusalem, POB 12, Rehovot 76100, Israel

2. The Kimron Veterinary Institute, Bet Dagan 50250 and the Koret School of Veterinary Medicine, the Hebrew University of Jerusalem, POB 12, Rehovot 76100, Israel

\* Corresponding author: 4 Hagoren St., Gadera 70700, Israel

## ■ DISCUSSION

Dermatitis caused by *Pelodera strongyloides* is an uncommon skin disorder in cattle (5, 7). The disease is self-limiting and spontaneous recovery in cattle affected by *P. strongyloides* has been reported (5), as was the case in this study.

The bull had been imported two years before the skin lesion was observed, and therefore it is probable that the infestation with the free-living nematode occurred in the local farm where suitable environmental conditions exist for the development of nematodes. Hence, no treatment was attempted and spontaneous recovery occurred. Similar observations were reported elsewhere (5, 9).

In the parasitological examination of the skin scrapings only larvae of *P. strongyloides* were identified, contrary to the report of Levine *et al.* (5) who found also adult nematodes in scrapings from infested cattle. Lesions are generally confined to body areas which are in contact with damp, filthy bedding.

The histopathological findings in this bull were similar to those reported in dogs (9) and cattle (7). Considering the nature of the infection, the structure of the nematodes and the characteristic histopathological features, it appeared that the dermatitis was probably caused by *P. strongyloides*.

Although an apparently rare disease, *Pelodera* dermatitis should be considered in any differential diagnosis that includes ringworm and cutaneous onchocercosis (*Onchocerca ochengi*). Definitive identification should be based on adult worms cultivated from larvae in blood agar plate.

## Résumé

**Yeruham I., Perl S.** Dermatite à Rhabditidés chez un taureau apparemment causée par *Pelodera strongyloides*

Une dermatite probablement causée par *Pelodera strongyloides* chez un taureau Charolais âgé de quatre ans est décrite. Les lésions dermiques au niveau de l'abdomen ont guéri spontanément quatre semaines après que l'animal ait été transféré hors de la zone infectée.

**Mots-clés** : Bovin - Taureau - *Pelodera strongyloides* - Dermatite - Rhabditidés.

## REFERENCES

1. BERGELAND M.E., TODD K.S. Jr., OHLENDORF L.F., 1976. Dermatitis in sheep caused by *Pelodera strongyloides*. *Proc. Helminthol. Soc. Wash.*, **43**: 230-231.
2. BRIZARD A., EUZEBY J., 1949. Un cas de dermatose vermineuse du chien. *Revue Méd. vét.*, **100**: 82-86.
3. FARRINGTON D.O., LUNDVALL R.L., GREVE J.H., 1976. *Pelodera strongyloides* dermatitis in a horse in Iowa. *Vet. Med./Small Anim. Clin.*, **71**: 1199-1202.
4. LEVINE N.D., 1968. Nematode parasites of domestic animals and of man. Minneapolis, Minn., USA, Burgess Publishing.
5. LEVINE N.D., MILLER L.J., MORRILL C.C., MANSFIELD M.E., 1950. Nematode dermatitis in cattle associated with rhabditis. *J. Am. vet. Med. Assoc.*, **116**: 294-296.
6. PASYK K., 1978. Dermatitis rhabditidosa in an 11-year-old girl. A new cutaneous parasitic disease of man. *Br. J. Dermatol.*, **93**: 107-112.
7. RHODE E.A., JASPER D.E., BAKER N.F., DOUGLAS J.R., 1953. The occurrences of *Rhabditis* dermatitis in cattle. *North Am. Vet.*, **34**: 634-637.
8. SCHLOTTHAUSER C.F., ZOLLMAN P.E., 1955. The occurrence of *Rhabditis strongyloides* in association with dermatitis in a dog. *J. Am. vet. Med. Assoc.*, **127**: 510-511.
9. SCHWARTZMAN R.M., 1964. *Rhabditis* dermatitis in the dog. *J. Am. vet. Med. Assoc.*, **145**: 25-28.
10. TODD K.S. Jr., SEAMAN W.J., GRETSCHMANN K.W., 1982. *Pelodera strongyloides* dermatitis in a guinea pig. *VM/SAC*, **77**: 1400-1402.
11. WILLERS W.B., 1970. *Pelodera strongyloides* in association with canine dermatitis in Wisconsin. *J. Am. vet. Med. Assoc.*, **156**: 319-320.

Reçu le 24.2.98, accepté le 19.8.98

## Resumen

**Yeruham I., Perl S.** Dermatitis larval en un toro, causada aparentemente por *Pelodera strongyloides*

Se describe un caso de dermatitis, provocada posiblemente por *Pelodera strongyloides* en un toro Charolais de 4 años de edad. Las lesiones curaron espontáneamente, cuatro meses después de que el animal fue trasladado fuera de la zona infectada.

**Palabras clave**: Ganado bovino - Toro - *Pelodera strongyloides* - Dermatitis - Rhabditidae.



# The effect of deltamethrin pour-on applied to cattle on the transmission of bovine trypanosomosis

P. Van den Bossche <sup>1\*</sup> L. Duchateau <sup>2</sup>

## Key words

*Glossina* - Cattle - Insect control - Deltamethrin - Application method - Trypanosomosis - Zambia.

## Summary

A trial to evaluate the effect of monthly deltamethrin pour-on treatments on the tsetse's feeding response and, consequently, the incidence of tsetse-transmitted trypanosomosis in deltamethrin-treated and untreated cattle was conducted in Zambia. During a period of 14 consecutive weeks the two-weekly trypanosomosis incidence and packed cell volume of deltamethrin-treated and untreated herds, herded in the same area, were compared. No significant differences were found. It is concluded that the reported effects of deltamethrin treatments on trypanosomosis incidence are a result of reduced tsetse challenge due to a decline in tsetse density in surrounding areas and not of the direct effect of deltamethrin treatments on the tsetse's feeding response. This control method will, therefore, be most effective in those areas where the tsetse population density can be sufficiently reduced to significantly affect disease transmission.

## ■ INTRODUCTION

Tsetse flies (*Glossina* spp.) and trypanosomosis, the disease they transmit, have been successfully controlled by applying insecticide to cattle or to artificial baits, termed targets (1, 7, 10). With both types of application the disease transmission is reduced due to a slow decline of tsetse densities in the surrounding areas, and hence a gradual reduction in challenge. However, there is some evidence that disease transmission can also be reduced more directly and immediately by the inhibition of the flies' feeding responses on insecticide-treated animals (2, 20). Other evidence contradicts this (3, 6, 17).

It is necessary to clarify the importance of this direct effect of insecticide treatments on the tsetse's feeding response or trypanosomosis transmission because it is the one which could offer an immediate benefit to the farmer who treats his cattle, irrespective of whether the cattle are treated in adjacent areas or irrespective of its effect on the tsetse population density (4). By

contrast, the effect that depends on the decline of tsetse density cannot be achieved by one farmer alone. If cattle in nearby areas are untreated or treated only sporadically the flies will persist there, allowing a steady stream of flies to invade the areas where cattle are treated properly. In this case, deltamethrin treatments will have less effect on the incidence of trypanosomosis in treated cattle. A related problem occurs when cattle are kept immediately adjacent to a game reserve from which tsetse can continuously invade.

The present work elucidated the importance of the direct effect by studying the incidence of trypanosomosis in groups of deltamethrin-treated and untreated cattle herded in the same area and subject to a similar and constant tsetse challenge.

## ■ MATERIALS AND METHODS

The trial was conducted between August and December 1992 in the Katete District, Eastern Province, Zambia (31°50' E and 13°05' S). The area is on the border of the eastern plateau at an elevation of approximately 900 m above sea level. It is highly cultivated and carries approximately 5 head of cattle/km<sup>2</sup> together with goats, pigs, dogs and few game animals (mainly small antelopes). The prevalence of bovine trypanosomosis is high and constitutes a serious constraint to rural development. Only *Glossina morsitans morsitans* Westwood 1850 was present taking 75% of its blood meals from cattle (19).

1. Regional Tsetse and Trypanosomosis Control Programme (RTTCP), PO Box A560, Avondale, Harare, Zimbabwe

Tel: 263 4 707683; Fax: 263 4 722684

E-mail: petervdb@rttcp.icon.co.zw

2. International Livestock Research Institute (ILRI), PO Box 30709, Nairobi, Kenya

\* Corresponding author

## Trypanosomiasis incidence in deltamethrin-treated cattle

Thirty randomly selected adult oxen (Ngoni breed), aged between 1.5 and 3 years, were divided into two herds; a control herd and one treated with deltamethrin pour-on (Spoton<sup>®</sup>, Coopers) of 15 and 12 animals, respectively. At the start of the trial (week 0), all animals were ear-tagged and treated with diminazene aceturate (Berenil<sup>®</sup>, Hoechst) at 7.0 mg/kg body weight. Deltamethrin pour-on (Spoton<sup>®</sup>, 1% deltamethrin active ingredient) was applied to all animals of the treated herd, in a line along each side of the animal at a dose of 10 ml/100 kg body weight, using a T-shaped hand applicator. Pour-on treatment was repeated at 4-week intervals (weeks 0, 4, 8, 12 and 16).

To avoid risk of contamination, oxen treated with deltamethrin pour-on were kept as one group and kraaled together. All animals were exposed to the same natural field challenge of tsetse by herding them in the same area (approximately 10 km<sup>2</sup>). Different herdsmen looked after the treated and the untreated groups and kept the two herds separate.

To allow for a persistent effect of a double dose of diminazene aceturate (7 mg/kg) all animals were considered to be protected during the first four weeks after the initial treatment. Trypanosomiasis incidence in both herds was calculated at two weekly intervals from week 5 onwards. On each occasion, ear vein blood of all animals was examined for trypanosomes using the hematocrit centrifugation technique (Woo method) and the packed cell volume (PCV) percentage was measured (12). Since diminazene aceturate resistance had not been reported in the trial area, trypanosomal infections were treated with diminazene aceturate at 3.5 mg/kg body weight. Animals given this dose of diminazene were considered to be protected during the subsequent two weeks and were therefore excluded from the next calculation of incidence.

PCV of treated and untreated cattle were compared using a t-test (5). A one-sided Fisher-exact test (5) was used to test whether the trypanosomiasis incidence in the deltamethrin-treated herd was significantly lower compared to the incidence in the untreated herd (Statxact, Cytel Software Co).

The apparent density of tsetse in the herds' grazing area was monitored using five epsilon traps baited with acetone (at a release rate of 200 mg/h) (8). Traps were sited in *Combretum*- and *Brachystegia*-woodland. In addition, five epsilon traps (control traps) were deployed 10 km south of the grazing area. Trap cages were emptied daily. Live flies were dissected to determine trypanosome infection rates (9).

## RESULTS

In both areas, the apparent density of tsetse followed the normal seasonal pattern with a low apparent density during the dry season (August-November) and a sudden increase at the beginning of the rainy season (December) (figure 1). Apparent density in the grazing area was similar to the apparent density outside the grazing area. This is not surprising considering the low number of deltamethrin-treated cattle in the trial area.

The tsetse infection rate during the trial period increased gradually from 0.63 to 2.5%. A total of 62.5% of the trypanosomal infections in tsetse were *congolense*-type, the remaining being *vivax*-type.

The two-weekly trypanosomiasis incidence (weeks 5-19) in the deltamethrin-treated and untreated herds is shown in figure 2. The first trypanosomal infection was detected seven weeks after the onset of the trial. No trypanosomal infections were detected in

week 11 in the control herd and weeks 7 and 17 in the deltamethrin-treated herd. Trypanosomiasis incidence varied considerably between herds and between weeks. The average two-weekly trypanosomiasis incidence, however, was 8.1 and 7.8% for the control and deltamethrin-treated herds, respectively. A total of 16 trypanosomal infections were detected. *Trypanosoma congolense* accounted for the majority (87.5%) of the infections. The remaining 12.5% was attributed to *T. vivax*. The probabilities for the null hypothesis of no difference between the trypanosomiasis incidence in the deltamethrin-treated and untreated herds are shown in table I. For none of the weeks the difference between the incidence of trypanosomal infections is significant.

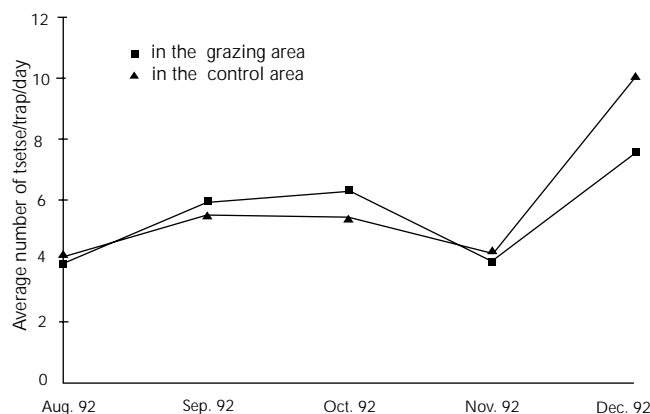


Figure 1: Monthly apparent density of tsetse in the grazing and control areas.

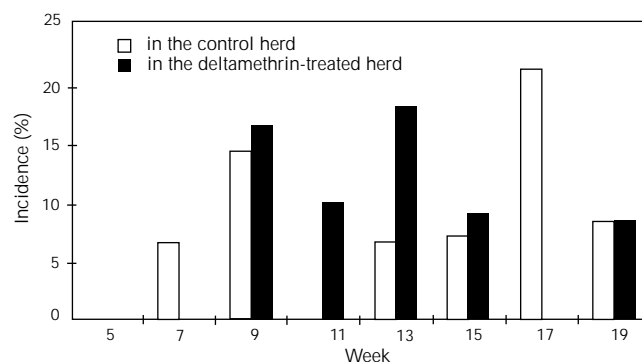


Figure 2: Two-weekly trypanosomiasis incidence in the control and deltamethrin-treated herds.

Table I

Two weekly incidence of trypanosomal infections in deltamethrin-treated and untreated herds and significance of Fisher-exact test

Week	Control herd		Deltamethrin herd		p-value
	Infected	Not infected	Infected	Not infected	
7	1	14	0	12	1.00
9	2	12	2	10	0.64
11	0	13	1	9	0.44
13	1	14	2	9	0.38
15	1	13	1	10	0.70
17	3	11	0	11	1.00
19	1	11	1	11	0.76

The mean PCV (week 5-19) is presented in figure 3. The PCVs of both herds decreased gradually from an average of 32.8% in week 5 to an average of 26.6% in week 15. From week 17 onwards the average PCV increased, reaching 28.2% in week 19. None of the difference between average PCV of untreated and deltamethrin-treated herds was statistically significant ( $p < 0.05$ ).

## ■ DISCUSSION

During the three-month observation period, the incidence of tsetse-transmitted trypanosomosis was never statistically lower in the deltamethrin-treated herd compared to the untreated herd. This lack of association between deltamethrin treatments and disease incidence and the variations in the incidence of trypanosomosis between herds and between samplings could be due to the low sensitivity of the parasitological diagnostic methods to detect trypanosomal infections (13). Such low sensitivity could lead to the misclassification of non-diseased animals and consequently affect parasitological incidence. This low diagnostic sensitivity is, however, non-differential and cannot affect the degree of association (18). It can nevertheless cause substantial variations in the parasitological incidence of trypanosomosis between herds and between consecutive samplings.

The low sensitivity could partly be compensated for by measuring indirect effects of trypanosomosis in both herds. A major characteristic of bovine trypanosomosis is anemia (11). Reliable indicators of anemia are PCVs (15). Significant differences between herd PCVs could therefore be used as an additional indicator of trypanosomal infections and tsetse challenge. No significant differences were observed between the average two weekly PCVs of the deltamethrin-treated and untreated herds. The gradual decrease in PCV during the first 15 weeks of the trial followed by an increase during the last four weeks was attributed to seasonal changes in the pasture condition (16).

According to the parasitological incidence and PCVs, there is no difference between the incidence of tsetse-transmitted trypanosomosis in deltamethrin-treated and untreated herds.

Any repellent or irritant effect of the deltamethrin pour-on, applied at the dose rate and treatment interval used in this trial, affecting the preference of tsetse for either treated or untreated animals cannot be excluded from the current experimental set-up. Nonetheless, results indicate that even if such effects do occur, they are too small to reduce the trypanosomosis incidence to a level that would be a direct benefit accruing to the owners of treated animals.

Consequently, the effect of deltamethrin-treatment of cattle on the incidence of tsetse-transmitted trypanosomosis observed in other experiments or control campaigns seems to be a result of its effect on the population density of tsetse or tsetse challenge rather than its direct effect on the tsetse's feeding response. Successful control of tsetse-transmitted trypanosomosis using deltamethrin-treated cattle (at a dose rate of 10 ml Spoton®/100 kg body weight and at monthly treatment intervals) will, therefore, depend on the level of induced tsetse mortality and tsetse invasion pressure. The use of this tsetse control method in areas where, due to whatever reason, the tsetse population density cannot be sufficiently lowered to reduce disease challenge will not result in a decline in trypanosomosis incidence.

Trypanosomosis incidence is determined by various host and vector related parameters (14). Calculated disease transmission thresholds and basic rates of reproduction emphasize the difficulty

## Incidence de la trypanosomose chez des bovins traités à la deltaméthrine

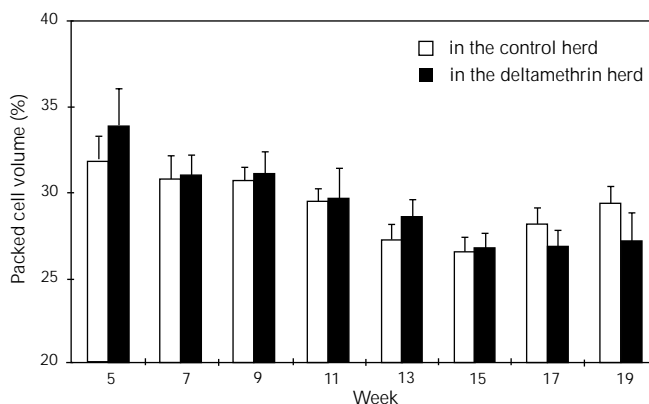


Figure 3: Mean two-weekly PCV-% ( $\pm$  s.e.) in the control and deltamethrin-treated herds.

of controlling trypanosomosis caused by *T. vivax* or *T. congolense* by anything other than almost complete control of the vector (14). Consequently, application of pyrethroid-insecticides to hosts or stationary baits will only affect the incidence of trypanosomosis when the tsetse population density has been significantly reduced.

## Acknowledgments

We thank the Director and Assistant Director of the Department of Veterinary and Tsetse Control Services, Zambia, for their support. Mr. J. Chitalu is kindly acknowledged for supervising the field work. We are grateful to Dr. G. Vale for reading and criticizing the manuscript. The work was supported by the Belgian Development Cooperations through the Animal Disease Control Project (Chipata, Zambia).

## REFERENCES

- BAUER B., AMSLER-DELAFOSSÉ S., CLAUSEN P.H., KABORE I., PETRICH-BAUER J., 1995. Successful application of deltamethrin pour-on to cattle in a campaign against tsetse flies (*Glossina* spp.) in the pastoral zone of Samorogouan, Burkina Faso. *Trop. Med. Parasitol.*, **46**: 183-188.
- BAUER B., KABORE I., PETRICH-BAUER J., 1992. The residual effect of deltamethrin Spot On when tested against *Glossina palpalis gambiense* under fly chamber conditions. *Trop. Med. Parasitol.*, **43**: 38-40.
- BAYLIS M., MBWABI A.L., STEVENSON P., 1994. The feeding success of tsetse flies, *Glossina pallidipes* (Diptera: Glossinidae), on oxen treated with pyrethroid pour-ons at Galana Ranch, Kenya. *Bull. Entomol. Res.*, **84**: 447-452.
- ECHESSAH P.N., SWALLOW B.M., KAMARA D.W., CURRY J.J., 1996. Willingness to contribute labor and money to tsetse control: application of contingent valuation in Busia District, Kenya. *World Dev.*, **25**: 1-15.
- FISHER R.A., 1954. *Statistical methods for research workers*. Edinburgh, UK, Oliver and Boyd, 356 p.
- GOUTEUX J.P., LE GALL F., GUILLERME J.M., DEMBA D., 1996. Traitement épicutané (pour-on et spot-on) du bétail contre *Glossina fuscipes fuscipes* en République centrafricaine. *Vet. Res.*, **27**: 273-284.
- GREEN C.H., 1994. Bait methods for tsetse fly control. *Adv. Parasitol.*, **34**: 229-291.
- HARGROVE J.W., LANGLEY P.A., 1990. Sterilizing tsetse (Diptera, Glossinidae) in the field - A successful trial. *Bull. Entomol. Res.*, **80**: 397-403.

*Trypanosomosis incidence in deltamethrin-treated cattle*

9. LLOYD L.L., JOHNSON W.B., 1924. The trypanosome infections of tsetse flies in Northern Nigeria and a method of estimation. *Bull. Entomol. Res.*, **14**: 225-227.
10. MEROT P., POLITZAR H., TAMBOURA I., CUISANCE D., 1984. Résultats d'une campagne de lutte contre les glossines riveraines en Burkina par l'emploi d'écrans imprégnés de deltaméthrine. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **37** : 175-184.
11. MURRAY M., DEXTER T.M., 1988. Anaemia in bovine African trypanosomiasis: a review. *Acta trop.*, **45**: 389-432.
12. MURRAY M., MURRAY P.K., MCINTYRE W.I.M., 1977. An improved parasitological technique for the diagnosis of African trypanosomiasis. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, **71**: 325-326.
13. PARIS J., MURRAY M., MCODEMBA F., 1982. A comparative evaluation of the parasitological techniques currently available for the diagnosis of African trypanosomiasis in cattle. *Acta trop.*, **39**: 307-316.
14. ROGERS D.J., 1988. A general model for the African trypanosomiasis. *Parasitology*, **97**: 193-212.
15. SAROR D.I., 1979. Classification of the anaemia of bovine trypanosomiasis. *Vet. Rec.*, **5**: 96-98.
16. SAWADOGO G.J., OUMAROU A.A., SENE M., DIOP M., 1991. Effect of poor pasture conditions and type of feeding on some biochemical values of Gobra Zebu in Senegal. *Br. vet. J.*, **147**: 538-544.
17. THOMSON M.C., 1987. The effect on tsetse flies (*Glossina* spp.) of deltamethrin applied to cattle either as a spray or incorporated into ear-tags. *Trop. Pest Manage.*, **33**: 329-335.
18. THURFIELD M., 1986. Veterinary epidemiology. London, UK, Butterworths, 128 p.
19. VAN DEN BOSSCHE P., STAAK C., 1997. The importance of cattle as a food source for *Glossina morsitans morsitans* Westwood (Diptera: Glossinidae) in Katete District, Eastern Province, Zambia. *Acta trop.*, **65**: 105-109.
20. VAN DEN BOSSCHE P., VAN HEES J., MORTELMANS J., 1987. Observations of the remnant effect of deltamethrin acaricide liquid on tsetse flies under laboratory conditions. In: Proc. 19th Meet. ISCTRC, Lome, Togo, 29 March-3 April, 1987. Nairobi, Kenya, OAU/STRC, p. 422-424.

Reçu le 23.10.97, accepté le 9.9.98

**Résumé**

**Van den Bossche P., Duchateau L.** L'effet des traitements à la deltaméthrine (*pour-on*) sur la transmission de la trypanosomose bovine

Une expérience a été menée en Zambie afin de déterminer l'effet d'un traitement mensuel à la deltaméthrine *pour-on* sur le comportement alimentaire des mouches tsé-tsé et, par conséquent, sur l'incidence de la trypanosomose qu'elles transmettent au bétail traité à la deltaméthrine et non traité. Toutes les deux semaines, pendant quatorze semaines, l'incidence de la trypanosomose et l'hématocrite de troupeaux traités à la deltaméthrine et de troupeaux témoins non traités groupés dans la même zone ont été comparés. Aucune différence significative n'a été trouvée entre les deux groupes. Il est conclu que l'effet de la deltaméthrine sur l'incidence de la trypanosomose s'explique par une baisse de la pression glosinienne due à la diminution de la densité des mouches tsé-tsé dans la zone environnante plutôt que par un changement de leur comportement alimentaire qui aurait été induit par les traitements à la deltaméthrine. L'utilisation de cette méthode de lutte doit donc être réservée aux endroits où une diminution suffisante de la densité de tsé-tsé peut se traduire par une chute du risque trypanosomien.

**Mots-clés** : *Glossina* - Bovin - Lutte anti-insecte - Deltaméthrine - Méthode d'application - Trypanosomose - Zambie.

**Resumen**

**Van den Bossche P., Duchateau L.** El efecto de la deltametrina por aplicación de chorreo en ganado, sobre la transmisión de la tripanosomosis bovina

Se llevó a cabo, en Zambia, un experimento para evaluar el efecto de tratamientos mensuales por chorreo de deltametrina, sobre las respuestas alimenticias de la tsetse y, consecuentemente, sobre la incidencia en la tripanosomosis transmitida por tsetse en ganado tratado y no tratado con deltametrina. Se compararon cada dos semanas, durante un período de 14 semanas consecutivas, la incidencia de tripanosomosis y el hematocrito en hatos tratados y no tratados con deltametrina, en pastoreo una misma zona. No se encontraron diferencias significativas. Se concluye que los efectos reportados de los tratamientos con deltametrina sobre la incidencia de la tripanosomosis son el resultado de una disminución del ataque de la tsetse, debido a una disminución en la densidad de tsetse en el área y no por un efecto directo de los tratamientos con deltametrina sobre la respuesta alimenticia de la tsetse. Por lo tanto, este método de control tendrá mayor efecto en aquellas áreas en las que la densidad de población de la tsetse puede reducirse suficientemente, como para afectar en forma significativa la transmisión de la enfermedad.

**Palabras clave**: *Glossina* - Ganado bovino - Control de insectos - Deltametrin - Método de aplicación - Tripanosomosis - Zambia.

# Observation dans les Niayes du Sénégal d'une souche de *Trypanosoma (Duttonella) vivax* transmissible d'un bovin à des souris par la seringue

A. Diaite <sup>1\*</sup> A. Gueye <sup>1</sup> Y. Thiongane <sup>2</sup>  
M. Lo <sup>2</sup> T. Nd. Dieye <sup>1</sup> G. Vassiliades <sup>1</sup>

## Mots-clés

*Trypanosoma vivax* - Bovin - Souris - Caprin - Animal de laboratoire - Infection expérimentale - Transmission des maladies - Sénégal.

## Résumé

Une souche de *Trypanosoma (Duttonella) vivax* isolée dans la région des Niayes du Sénégal a pu être transmise à des souris de laboratoire (Balb/c). La parasitémie a été suivie après son apparition pendant plus de 100 jours chez l'une des souris. Cette observation confirme que *T. vivax* peut être spontanément transmissible aux rongeurs.

## ■ INTRODUCTION

En septembre 1997, des cas de mortalité ont été enregistrés à Diacksao-Peulh chez des bovins de races locales (zébus Gobra, métis Djakorés), élevés à proximité d'une grande ferme laitière. Afin de parer à toute extension de cette épizootie, des investigations ont été menées rapidement pour établir le diagnostic de la maladie.

Diacksao-Peulh est situé dans les Niayes du Sénégal où une campagne de lutte contre les glossines (12) avait entraîné la disparition apparente de ces vecteurs, révélée par des prospections entomologiques ultérieures négatives. Les cas de mortalité observés à Diacksao-Peulh ont ainsi été à l'origine de recherche de trypanosomes, en plus des analyses de bactériologie et de virologie.

## ■ MATERIEL ET METHODES

Des frottis de sang ont été faits sur place à partir de sang prélevé sur un animal (vache zébu) qui a présenté des signes de prostration et de larmolement ; une légère anémie a complété le tableau clinique. Aucun examen direct (goutte de sang entre lame et lamelle) n'avait été fait à ce stade.

Du sang récolté sur cette vache dans un tube hépariné a été ramené au laboratoire et inoculé à cinq souris mâles adultes (Balb/c) à raison de 200 µl par voie intrapéritonéale.

La biométrie, technique de mensuration des trypanosomes qui peut donner des éléments d'appréciation pour la différenciation des espèces (6), a été faite sur 100 individus répartis en deux lots de 50 en utilisant un microscope Leitz (Dialux 20 EB) muni d'une chambre claire. L'échelle de mesure a été obtenue grâce à un micromètre (Nachet, France). La lecture de la parasitémie a été faite selon le barème de Murray et coll. (9).

## ■ RESULTATS

Les résultats des frottis de sang ont montré que l'animal était fortement parasité par *Trypanosoma vivax* Ziemann, 1905. Les souris, à partir de ce moment, n'ont plus présenté beaucoup d'intérêt puisque *T. vivax* ne se développe presque jamais chez les rongeurs de laboratoire.

Cependant, quatorze jours après l'inoculation une souris est morte. Les quatre autres souris ont alors été observées par examen direct. Pour les identifier, elles ont été marquées T (tête), D (dos), Q (queue), TD (tête et dos). Une des souris était positive. Les trypanosomes ont eu un mode de déplacement (d'un bout à l'autre du champ du microscope) qui a fait penser à celui de *T. vivax*. La souris Q a été la première positive (14 jours), suivie un jour après par la souris T. La souris D a été positive 25 jours plus tard, tandis que la souris TD est morte 47 jours après l'inoculation sans avoir été positive à l'examen direct.

1. Isra-Lnerv, Service de parasitologie, BP 2057, Dakar Hann, Sénégal

2. Isra-Lnerv, Service de microbiologie, BP 2057, Dakar Hann, Sénégal

\* Auteur pour la correspondance

De nouveaux frottis de sang ont alors été effectués à partir du sang de la souris positive T. Les résultats (gros kinétoplaste terminal, flagelle libre bien développé) ont clairement indiqué qu'il s'agissait de *T. vivax*.

La parasitémie ayant été suivie de manière quotidienne chez ces souris, cela a permis de constater de faibles taux chez les souris D et Q et une parasitémie forte intermittente et durable chez la souris T (figure 1). La souche retransmise à la chèvre s'est avérée très virulente. Elle a été aliquotée et cryopréservée sous la dénomination LN 97-1.

Les résultats de la biométrie ont indiqué une longueur totale moyenne des trypanosomes de  $25,1 \pm 1,96 \mu\text{m}$  et de  $22,2 \pm 2,29 \mu\text{m}$  pour un échantillon de population provenant respectivement du bovin et de la souris.

## DISCUSSION

L'observation de ce cas a semblé importante aux auteurs pour trois raisons. D'abord, parce que la plupart des observations antérieures sur ce même type de phénomène rapportent des cas où *T. vivax* a été adapté aux rongeurs après immunosuppression de ces derniers grâce à des irradiations sublétales aux rayons gamma (4), ou alors des cas de maintenance grâce à des transmissions en série à la seringue à des rongeurs ou par cryopréservation, comme par exemple le stock de *T. vivax* Y486 isolé à Zaria au Nigeria (8). Ce même stock s'est montré létal dans une étude différente chez de jeunes rats avec cependant la guérison spontanée chez les rats adultes au bout de 15 jours maximum (7). Des travaux antérieurs ont fait état de la possibilité de maintenir *T. vivax* chez les rats blancs à condition d'inoculer aux rongeurs du sang ou du sérum de bovin ou de petits ruminants mais avec, là aussi, des parasitémies qui ne durent pas plus d'un mois (2, 3). Dans cette étude, cette souche s'est maintenue chez une des souris blanches (Balb/c) sans intervention et même avec des parasitémies notées à quatre croix, ce qui correspond à une infection à  $10^4$ , voire  $5.10^5$ , trypanosomes par millilitre lors de l'observation de l'interphase (9).

Les souris n'ont pas été prostrées et n'ont pas semblé présenter d'altération de l'état général. Les périodes de parasitémie ont été suivies de périodes de rémission et même d'épisodes aparasitémiques sans toutefois aboutir à une guérison spontanée.

Ensuite, si ce phénomène se produisait dans la nature de la même manière qu'au laboratoire, il pourrait prendre une nouvelle dimension dans l'épidémiologie de la trypanosomose à *T. vivax* dans cette région des Niayes. En effet, les animaux de race locale à priori plus résistants à cette affection étaient maintenus dans des exploitations de type extensif et côtoyaient des exploitations de type intensif où l'on trouvait des animaux plus sensibles à cette affection. Les animaux de race locale, en cas d'alerte de trypanosomose, peuvent toujours être traités, permettant l'extinction du foyer infectieux. Ce ne serait pas le cas avec des rongeurs infectés mais apparemment porteurs sains d'après les observations de cette étude. L'importante question à élucider alors serait l'identité des arthropodes qui seraient responsables de la transmission entre les rongeurs et les bovins.

Enfin, des études anciennes (10) rapportent que la très longue maintenance de *T. vivax*, dans des conditions où seule la transmission mécanique est possible, entraîne la perte de sa transmissibilité par *Glossina palpalis* s.l. On pourrait, par analogie à cette observation, s'interroger ici sur les relations de causalité entre la transmission mécanique stricte, situation probable dans les Niayes, et

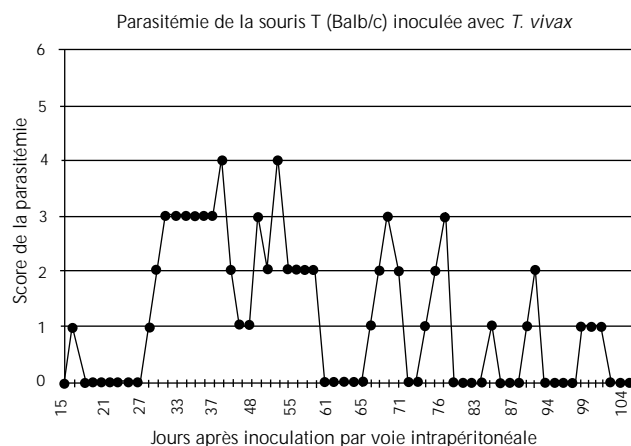


Figure 1 : suivi de la parasitémie chez la souris T.

la transmissibilité à de nouveaux hôtes. Même si les longueurs totales moyennes des deux populations de trypanosomes sont comprises dans la fourchette admise pour l'espèce ( $18-31 \mu\text{m}$ ) (6), on constate une légère différence entre la moyenne des longueurs des trypanosomes provenant de la souris et de ceux provenant du bovin, mais cette différence n'est pas significative. Il faut toutefois être prudent dans l'application de cette technique à la différenciation des trypanosomes, car elle peut être source d'erreur du fait de la très grande variation quelquefois observée entre les populations d'une même espèce (1, 5).

## CONCLUSION

Cette observation semble intéressante à plus d'un titre. Des études de caractérisation de la souche pourraient être envisagées pour tirer davantage d'informations sur ses particularités biologiques.

## BIBLIOGRAPHIE

1. DAVIES B.S., 1952. Studies on the trypanosomes of some California mammals. *Univ. California Pub. Zool.*, **57**: 145.
2. DESOWITZ R.S., WATSON J.H.C., 1951. Studies on *Trypanosoma vivax*: Susceptibility of white rats to infection. *Ann. trop. Med. Parasitol.*, **45**: 207-219.
3. DESOWITZ R.S., WATSON J.H.C., 1951. Studies on *Trypanosoma vivax*: Susceptibility of white rats to infection. *Ann. trop. Med. Parasitol.*, **46**: 92-100.
4. GATHUO H.K.W., NANTULYA V.M., GARDINER P.R., 1987. *Trypanosoma vivax*: Adaptation of two East African stocks to laboratory rodents. *J. Protozool.*, **34**: 48-53.
5. HOARE C.A., 1972. The trypanosomes of mammals: a zoological monograph. Oxford, UK, Blackwell Scientific, 749 p.
6. HOARE C.A., 1956. Morphological and taxonomic studies on mammalian trypanosomes. VIII. Revision on *Trypanosoma evansi*. *Parasitology*, **46**: 130.
7. JOSHUA R.A., 1987. Infectivity and virulence of *Trypanosoma vivax* to rats of varying ages. *Bull. Anim. Health Prod. Afr.*, **35**: 201-205.

8. LEEFLANG P., BUYS J., BLOTKAMP C., 1976. Studies on *Trypanosoma vivax*: Infectivity and serial maintenance of natural bovine isolates in mice. *Int. J. Parasitol.*, **6**: 413-417.
9. MURRAY M., TRAIL J.C.M., TURNER D.A., WISSOCQ Y. EDS, 1983. Productivité animale et trypanotolérance : manuel de formation pour les activités du réseau. Addis Abeba, Ethiopie, CIPEA, 221 p.
10. RODHAIN J., GODSENHOVEN C.V., HOOF L.V., 1941. Etude d'une souche de *Trypanosoma cazalboui (vivax)* du Ruanda. *Mém. Inst. R. Colon. Belge, Sect. Sci. nat. Méd.*, **11** : 1.

11. TOURE S.M., 1974. Bilan de trois années de lutte contre les glossines dans la région des Niayes du Sénégal. In : Actes du colloque sur les moyens de lutte contre les trypanosomes et leurs vecteurs, Paris, France, 12-15 mars 1974. Maisons-Alfort, France, Gerdat-Iemvt, p. 355-356.
12. TOURE S.M., 1980. Rapport sur l'exécution du projet de lutte contre les glossines dans les Niayes et la petite côte du Sénégal. Dakar, Sénégal, Lnerv, 13 p.

Reçu le 2.2.98, accepté le 8.9.98

### **Summary**

**Diaite A., Gueye A., Thiongane Y., Lo M., Dieye T.Nd., Vassiliades G.** Observation of a strain of *Trypanosoma (Duttonella) vivax* transmissible by syringe from a bovine to mice in the Niayes of Senegal

A strain of *Trypanosoma (Duttonella) vivax* isolated in the Niayes region of Senegal was successfully transmitted to laboratory mice (Balb/c). Parasitemia was monitored in one mouse at first appearance for more than 100 days. This observation confirmed that *T. vivax* may be spontaneously transmissible to rodents.

**Key words:** *Trypanosoma vivax* - Cattle - Mouse - Goat - Laboratory animal - Experimental infection - Disease transmission - Senegal.

### **Resumen**

**Diaite A., Gueye A., Thiongane Y., Lo M., Dieye T.Nd., Vassiliades G.** Observación, en los Niayes de Senegal, de una cepa de *Trypanosoma (Duttonella) vivax*, transmisible de un bovino a ratones, por medio de la jeringa

Una cepa de *Trypanosoma (Duttonella) vivax* aislada en la región de Niayes en Senegal fue transmitida a ratones de laboratorio (Balb/c). En uno de los ratones, se siguió la parasitemia después de la aparición, durante más de 100 días. Esta observación confirma que *T. vivax* puede transmitirse espontáneamente a los roedores.

**Palabras clave:** *Trypanosoma vivax* - Ganado bovino - Raton - Caprino - Animal de laboratorio - Infección experimental - Transmisión de enfermedades - Senegal.

# Variation de l'énergie métabolisable du pois d'Angole (*Cajanus cajan*) cru et cuit chez le poulet et la pintade

C. Chrysostome <sup>1</sup> Xu Bing An <sup>2</sup> M. Bonou <sup>3</sup>  
P. Delpech <sup>4</sup>

## Mots-clés

*Cajanus cajan* - Poulet - Pintade - Valeur énergétique.

## Résumé

Des graines de pois d'Angole (*Cajanus cajan*) crues et autoclavées ont été étudiées par substitution à 40 p. 100 dans un régime à base de maïs. La composition chimique de ces graines et leur concentration en énergie métabolisable apparente ont été obtenues par une technique de gavage semi-humide chez le poulet en croissance et la pintade adulte. Les valeurs obtenues pour le maïs et le pois d'Angole cuit étaient identiques pour les deux espèces aviaires (3 220 kcal). L'autoclavage a significativement amélioré l'énergie métabolisable du pois d'Angole mais différemment suivant l'espèce (2 167 kcal pour le poulet, 870 kcal pour la pintade). La pintade gavée a mal digéré la graine crue de sorte que la méthode de mesure de la concentration énergétique ne convient pas pour cette espèce.

## ■ INTRODUCTION

La légumineuse *Cajanus cajan* L, appelée communément pois d'Angole, est très répandue dans la zone intertropicale des trois continents (3). En Afrique occidentale cette plante est surtout consommée sous forme de fourrage. La graine peut constituer une source non conventionnelle de protéines. Nwokolo et Oji ont mesuré au Nigeria la valeur énergétique chez le poulet de deux variétés, l'une brune et l'autre blanche, en l'état et après autoclavage (9). Ce traitement améliore la valeur énergétique de 7 p. 100 en moyenne. Les auteurs ont utilisé la méthode traditionnelle de mesure de l'énergie métabolisable apparente (EMA) avec une alimentation à volonté et en substituant le pois d'Angole au tourteau de soja. Cette étude a été reprise ici en comparant les valeurs obtenues chez le poulet et la pintade et en utilisant la technique de gavage selon le protocole de Lessire (6). Cette méthode a semblé mieux adaptée d'une part à la mesure de produit non conventionnel inappétant et d'autre part aux pintades qui ont tendance au gaspillage. Selon Mohamed et coll., la même difficulté est rencontrée chez le canard (8). Il a semblé utile par ailleurs de vérifier que le nombre de gavages n'affectait pas la digestion ou le métabolisme des deux espèces.

## ■ MATERIEL ET METHODES

Neuf poulets mâles du croisement ISA 757 âgés de 16 semaines et neuf pintades mâles de réforme de souche Galor ont été utilisés. Ils ont été élevés individuellement dans des cages à métabolisme. Entre chaque période expérimentale ils ont reçu un aliment complet et équilibré du commerce pour poulettes en croissance. Ils ont été abreuvés individuellement à volonté. Durant les périodes de mesure ils ont reçu l'un des trois régimes expérimentaux suivants :

- aliment m, formé de maïs exclusivement ;
- aliment cr, formé de 60 p. 100 de maïs et de 40 p. 100 de graines crues de pois d'Angole ;
- aliment ct, formé de 60 p. 100 de maïs et de 40 p. 100 de graines cuites de pois d'Angole.

Les graines de pois d'Angole de variété brune provenaient du domaine expérimental de l'Université nationale du Bénin.

Tous les aliments étaient en farine. La cuisson des graines de pois d'Angole a été effectuée dans un autocuiseur pendant 2 h (1 kg de graines pour 2 kg d'eau). Les graines ont ensuite été séchées pendant 24 h dans une étuve à 65 °C. Avec le régime au maïs et celui contenant le pois d'Angole cuit, deux rythmes de gavage ont été réalisés. La quantité journalière distribuée en une ou deux fois était identique, indiquée 1 et 2 dans la désignation des lots. Les distributions ont été séparées de huit heures de manière à permettre une vidange de la partie supérieure du tractus digestif.

Pour chaque espèce, cinq lots ont ainsi été constitués m<sub>1</sub> et m<sub>2</sub> pour le maïs ; cr pour le pois d'Angole cru ; ct<sub>1</sub> et ct<sub>2</sub> pour le pois d'Angole cuit. Tous les animaux ont reçu successivement les cinq traitements avec une période de récupération de 48 h entre deux périodes de mesure.

1. Université nationale du Bénin, Département de production animale, Faculté des sciences agronomiques, BP 526, Cotonou, Bénin

2. Institut des sciences et technologies, Région de Hengshui 76, Xin Hau, BP 053000, Rép. pop. Chine

3. Institut de développement rural, Ouagadougou, Burkina Faso

4. Institut national agronomique, Chaire de zootechnie, Centre de Paris-Grignon, 78850 Thiverval-Grignon



La technique de gavage semi-humide (mélange à poids égal d'aliment et d'eau) a été réalisée à l'aide d'une pompe à graisse manuelle modifiée permettant de pousser l'aliment dans l'œsophage jusqu'au jabot (12). La quantité ingérée a été mesurée en pesant la pompe avant et après gavage et en mesurant la matière sèche du mélange.

Les excréments totaux ont été collectés pendant les deux jours qui ont suivi le gavage. Les fientes ont été lyophilisées.

L'énergie des aliments et des excréments a été déterminée à la bombe calorimétrique adiabatique sur un échantillon de 2 g environ. L'énergie métabolisable apparente a été calculée suivant l'équation de substitution de Potter (10). L'EMA corrigée pour un bilan azoté nul ( $EMA_n$ ) a été obtenue à partir de l'équation indiquée par Larbier et Leclercq (4). Les écarts-types à la moyenne ont été calculés selon la méthode proposée par Yoshida (13).

Les données ont été soumises à une analyse de variance. L'aliment et l'espèce étaient les effets testés à l'aide de la comparaison des moyennes selon Newman-Keuls avec un risque de 5 p. 100.

## ■ RESULTATS ET DISCUSSION

Dans le tableau I sont rassemblés les résultats de l'analyse bromatologique et la concentration en énergie brute des graines de pois d'Angole crues et cuites. Les différences constatées entre les deux états sont faibles mais concernent toutes les caractéristiques analytiques. Les valeurs de cette étude sont proches de celles observées par Nwokolo et Oji (9) quoique la teneur en protéines soit plus faible (21 à 22 p. 100) et la teneur en lipides plus élevée (3 p. 100). León et coll. au Venezuela observent de plus faibles teneurs en protéines (20 p. 100) et en lipides (1 p. 100) (5). Ces variations peuvent résulter des variétés, des modalités de culture et des conditions de récolte et de stockage.

Par rapport aux résultats nigériens, la plus faible concentration en énergie brute (EB) des graines crues peut s'expliquer par une teneur plus faible en protéines et surtout en lipides, et par une concentration plus élevée en minéraux. L'autoclavage a probablement solubilisé une partie des minéraux et peut-être des glucides. Il a pu endommager les parois végétales, ce qui expliquerait la diminution de la cellulose brute.

L'énergie métabolisable apparente corrigée ne différait pas de la valeur non corrigée car le bilan azoté est demeuré inférieur à 1 g et le poids des animaux n'a pratiquement pas changé entre le début et

la fin de l'expérience. Le gavage en une ou deux fois n'a pas influencé le résultat obtenu (tableau II).

L'EMA du pois d'Angole cru était plus faible que celle obtenue par León et coll. (5) et par Nwokolo et Oji (9). Mais la composition des graines différait également (tableau I). Chez la pintade une valeur très inférieure à 1 000 kcal, significativement différente de celle obtenue pour le poulet ( $p < 0,01$ ), a été observée. Il semble exister une perturbation des processus digestifs qui est illustrée par les variations du rapport EMA/EB pour les différents aliments testés. Elle pourrait être due à la méthode d'alimentation utilisée. Le gavage nécessite l'emploi d'aliments qui ne sont pas susceptibles de modifier le transit digestif sous peine d'obtenir des valeurs inexploitable, comme Auvergne le constate chez les canards gavés en vue de la production de foie gras (1).

La cuisson améliore l'EMA de 7 p. 100 chez le poulet, comme l'ont observé les auteurs nigériens (tableau II). Nwokolo et Oji obtiennent des résultats nettement supérieurs (3 130 kcal) (9), mais cela résulte probablement de l'emploi du tourteau de soja au lieu du maïs pour la méthode de substitution. L'autoclavage semble donc avoir détruit au moins une partie des facteurs anti-nutritionnels qu'ils contenaient, car la plupart d'entre eux sont thermolabiles, selon Liener (7). Ce serait le cas des inhibiteurs de trypsine trouvés par Brochers et Ackerson (2).

Les valeurs énergétiques du maïs et du pois d'Angole cuit sont équivalentes pour les deux espèces (tableau II).

A partir de l'analyse bromatologique des graines de pois d'Angole crues et cuites, une estimation de la concentration en EMA a été calculée suivant les équations de prédiction de Sibbald et de Carré et Brillouet, citées par Larbier et Leclercq (4). Les valeurs obtenues sont rapportées dans le tableau I. L'équation de Carré et Brillouet paraît plus exacte car elle tient compte de l'EB. Toutefois ces équations sont destinées à être appliquées à des aliments composés et non à des MP, et leur emploi dans ces conditions est donc indicatif.

## ■ CONCLUSION

Les graines de pois d'Angole doivent être cuites avant leur incorporation dans les régimes pour volailles et particulièrement pour les pintades. De nouvelles déterminations de l'EMA demeurent nécessaires avec différentes techniques plus adaptées aux pintades, d'une part, et à la faible appétance du pois d'Angole, d'autre part.

Tableau I

Composition chimique de graines de pois d'Angole crues ou cuites et calcul de l'énergie métabolisable

Composition	Pois d'Angole cru 4	Pois d'Angole cuit 5
Matière sèche (MS) (% produit)	89,3	91,8
Protéines brutes (PB) (% MS)	23,5	24,3
Matières grasses (MG) (% MS)	1,5	2,2
Cellulose brute (CB) (% MS)	11,8	9,6
Matières minérales (Ce) (% MS)	5,8	4,2
Energie brute mesurée (kcal/MS)	3 893	4 183
EMA calculée (kcal) (Sibbald, 1980) <sup>1</sup>	2 754	3 051
EMA calculée (kcal) (Carré et Brillouet, 1989) <sup>2</sup>	1 816	2 306

1.  $EMA_n = 3\,951 + 54,4\,MG - 88,7\,CB - 40,8\,Ce$  (kcal)

2.  $EMA_n = 0,913\,EB - 18,5\,PB - 109,5\,CB$  (kcal)

Tableau II

Valeurs d'énergie métabolisable de la graine de pois d'Angole crue ou cuite mesurées sur des pintades adultes et des poulets en fin de croissance

Aliments testés	Poulet		Pintade		Effet espèce animale
	EMA <sub>n</sub> kcal/kg de MS	EMA/EB %	EMA <sub>n</sub> kcal/kg de MS	EMA/EB %	
Mais (m <sub>1</sub> )	3 236 <sup>a</sup> ± 82	80,7	3 169 <sup>a</sup> ± 89	79,0	NS
Mais (m <sub>2</sub> )	3 293 <sup>a</sup> ± 43	82,1	3 180 <sup>a</sup> ± 108	79,3	NS
Pois d'Angole cru (cr)	2 167 <sup>c</sup> ± 44	55,7	870 <sup>c</sup> ± 92	22,3	p < 0,001
Pois d'Angole cuit (ct <sub>1</sub> )	2 539 <sup>b</sup> ± 34	60,7	2 533 <sup>b</sup> ± 75	60,6	NS
Pois d'Angole cuit (ct <sub>2</sub> )	2 459 <sup>b</sup> ± 59	58,9	2 538 <sup>b</sup> ± 44	60,7	NS

Dans une même colonne, les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes (p < 0,05)

## Remerciements

Les auteurs remercient la Station de recherches avicoles, INRA de Tours-Nouzilly, pour la lyophilisation des échantillons ainsi que J.L. Le Pierres et A. Crispin pour leur aide technique.

## BIBLIOGRAPHIE

- AUVERGNE A., 1992. Facteurs de variation de la composition corporelle et tissulaire des canards avant et après gavage. Thèse doct. Etat, Institut national polytechnique, Toulouse, France, p. 252.
- BROCHERS R., ACKERSON C.W., 1950. The nutritive value of legume seeds. X. Effect of autoclaving and the trypsin inhibitor test for 17 species. *J. Nutr.*, **41**: 339.
- JOHNSON R.M., RAYMOND W.D., 1964. The chemical composition of some tropical food plants: II. Pigeon peas and cow peas. *J. trop. Prod. Inst.*, **6**: 68-73.
- LARBIER M., LECLERCQ B., 1992. Nutrition et alimentation des volailles. Paris, France, INRA Editions, 355 p.
- LEON A., ANGULO I., JARAMILLO M., REQUENA F., CALABRESSE H., 1992. Composición química y valor nutricional de granos de leguminosas tropicales. In: 4<sup>e</sup> Congreso de Avicultura nacional, Caraballeda, Caracas, Venezuela, 6-8 mayo 1992, 106 p.

## Summary

**Chrysostome C., Xu Bing An, Bonou M., Delpech P.** Variations in the metabolizable energy of raw and autoclaved pigeon pea (*Cajanus cajan*) in chickens and guinea fowl

Raw and autoclaved pigeon pea (*Cajanus cajan*) seeds, substituted at 40% from corn, were studied. The chemical composition and apparent metabolizable energy (AME) of the seeds were obtained in growing chickens and adult guinea fowl using a semi-wet force feeding technique. The values obtained were similar in both species (3200 kcal). The autoclave treatment significantly, but differently, improved AME depending on the species (2167 kcal in chicks, 870 kcal in guinea fowl). Force fed guinea fowl did not digest raw seeds well. Therefore, this AME measuring method is not adequate for this species.

**Key words:** *Cajanus cajan* - Chicken - Guinea fowl - Energy value.

6. LESSIRE M., 1990. Effect of feeding technique *ad libitum* dry or force feeding on the metabolizable energy of raw materials for poultry. *Br. Poult. Sci.*, **31**: 783-793.

7. LIENER I.E., 1966. Toxic substances associated with seed proteins. In: World protein resources. *Adv. Chem. Ser.*, **57**: 178.

8. MOHAMED K., LECLERCQ B., ANWWAR A., EL-ALAILY H., SOLIMAN H., 1984. A comparative study of metabolizable energy in duckling and domestic chicks. *Anim. Feed Sci. Technol.*, **11**: 199-210.

9. NWOKOLO E., OJI U.I., 1985. Variation in metabolizable energy of raw or autoclaved white and brown varieties of three tropical grain legumes. *Anim. Feed Sci. Technol.*, **13**: 141-146.

10. POTTER L.M., 1971. The precision of measuring metabolizable energy in poultry feedstuffs. In: Proc. 32nd Annu. Meet. Anim. Nutr. Res. Council, Washington, DC, USA, p. 6-11.

11. SCOTT M.L., NESHEIM M.C., YOUNG R.J., 1976. Nutrition of the chicken, 2nd ed. Ithaca, NY, USA, Scott and Associates, 555 p.

12. TEETER R.G., SMITH M.O., MURRAY E., 1984. Force feeding methodology and equipment for poultry. *Poult. Sci.*, **63**: 573-575.

13. YOSHIDA H., 1972. Evaluation of error of variance of metabolizable energy of feed ingredient. *Jpn. Poult. Sci.*, **9**: 281-285.

Reçu le 27.1.95, accepté le 22.6.98

## Resumen

**Chrysostome C., Xu Bing An, Bonou M., Delpech P.** Variación de la energía metabolizable del guisante de Angola (*Cajanus cajan*) crudo y cocido en el pollo y la pintada

Se estudiaron granos de guisante de Angola (*Cajanus cajan*) crudos y autoclavados para la substitución de 40% de un régimen a base de maíz. La composición química de estos granos y su concentración en energía metabolizable aparente se obtuvo mediante una técnica de atracción semi húmedo en el pollo en crecimiento y la pintada adulta. Los valores obtenidos para el maíz y el guisante de Angola cocido fueron idénticos para las dos especies de aves (3 220 kcal). El autoclavado mejoró significativamente la energía metabolizable del guisante de Angola, pero difirió según la especie (2 167 kcal para el pollo, 870 kcal para la pintada). La pintada atracada digirió mal el grano crudo, de manera que el método de medida de la concentración energética no fue conveniente para esta especie.

**Palabras clave:** *Cajanus cajan* - Pollo - Gallina de guinea - Valor energético.

# 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

R. Lancelot <sup>1\*</sup> B. Faye <sup>2</sup> X. Juanès <sup>2</sup>  
M. Ndiaye <sup>1</sup> L. Pérochon <sup>3</sup> E. Tillard <sup>4</sup>

## Mots-clés

Ovin - Caprin - Banque de données -  
Système d'information - Modèle -  
Productivité - Santé animale - Sénégal.

## Résumé

La base de données relationnelles Baobab a été construite pour faciliter les travaux de synthèse et de modélisation sur la production et la santé des petits ruminants en élevage sédentaire traditionnel au Sénégal. Elle regroupe les données recueillies dans quatre sites représentatifs des principales zones agro-écologiques d'élevage ovin et caprin, pendant 15 ans de suivis d'élevages utilisant le système d'information Panurge. Les données individuelles sont relatives à la démographie, à la croissance pondérale et à la santé. Des données sur les pratiques d'élevage et les prophylaxies collectives ont été recueillies à l'échelle du troupeau. Le modèle conceptuel des données (Mcd) a été élaboré selon la méthode entité-relation Merise. La structure de la base de données a été déduite du Mcd. Les données ont été importées depuis Panurge dans la nouvelle base de données à l'aide de programmes comportant des procédures de correction et de contrôles. Baobab comporte 28 tables et occupe un espace disque d'environ 50 méga-octets pour 79 000 animaux recensés. Une nouvelle application a été dérivée du Mcd. Elle permettra de saisir et d'exploiter plus facilement les données provenant de suivis zootechniques individuels, en systèmes sédentaires ou transhumants. Les perspectives d'utilisation de Baobab sont nombreuses et s'orientent selon deux axes principaux : i) la production de référentiels et de synthèses utilisables par les organisations de producteurs et les projets de développement, et permettant les comparaisons entre pays et zones agro-écologiques ; ii) la modélisation de la production animale, à l'échelle individuelle (génétique, épidémiologie) ou du troupeau (dynamique de population, aide à la décision).

## ■ INTRODUCTION

Jusqu'au début des années 1980, les connaissances sur la productivité des petits ruminants dans les conditions d'élevage de l'Afrique intertropicale étaient peu précises. A cette époque, peu

de données avaient été publiées sur la productivité des ovins et des caprins en milieu villageois (1, 16, 34, 38, 39, 40, 43, 54, 55, 56, 57, 58, 59). Par ailleurs, certaines de ces études portaient sur des échantillons limités et n'abordaient pas tous les aspects de la productivité. Au Sénégal, les rares données publiées avaient été obtenues en station (6, 7) et ne concernaient que les ovins Djallonké.

Les sécheresses et les épidémies de peste bovine des années 1970 et 1980 ont entraîné un regain d'intérêt pour les petits ruminants. Par ailleurs, cette époque a vu l'émergence de l'approche systématique, concrétisée au Sénégal par le projet des Unités expérimentales du Siné-Saloum qui intégrait aussi les aspects zootechniques (22, 30). En Côte d'Ivoire, la faisabilité d'un contrôle individuel de performances en milieu villageois était démontrée (42).

1. Isra-Lnerv, BP 2057, Dakar-Hann, Sénégal

2. Cirad-emvt, Campus international de Baillarguet, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1, France

3. Inra, Centre de Theix, 63122 Saint-Genès Champanelle, France

4. Cirad-emvt, station Irat, 97410 Saint-Pierre, Réunion

\* Auteur pour la correspondance  
Tél. : 221 832 49 02 ; fax : 221 821 18 79  
E-mail : renaud.lancelot@cirad.fr

Dans ce contexte, l'Isra-Lnerv\* et le Cirad-emvt ont mis en place le programme Pathologie et productivité des petits ruminants en milieu traditionnel au Sénégal (Ppr). Ce projet pluridisciplinaire devait appliquer une approche systémique à l'étude de la productivité des ovins et des caprins en milieu traditionnel, en centrant les observations et les objectifs opérationnels sur l'unité zootechnique et épidémiologie la plus pertinente : le troupeau de concession.

Les objectifs du programme Ppr étaient :

- d'établir un référentiel socio-économique, zootechnique et sanitaire sur l'élevage des ovins et des caprins en milieu traditionnel ;
- d'étudier les facteurs de variations de ces paramètres ;
- de proposer des thèmes d'amélioration adaptés aux stratégies, aux contraintes de production et aux objectifs économiques des éleveurs (49).

En préliminaire aux études proprement dites, il était nécessaire de mettre au point un système fiable de collecte et de contrôle des informations zootechniques et sanitaires individuelles. Ce travail méthodologique a été réalisé de 1983 à 1985 et a abouti au système d'information Panurge (10), utilisé pendant 13 ans. Ce système a été repris par d'autres projets de recherche ou de développement au Sénégal et dans d'autres pays. Un ensemble de jeux de données a été constitué, couvrant des situations agro-écologiques et climatiques variées et recueillies selon un protocole identique.

Par sa conception, l'outil informatique était orienté vers la collecte et le contrôle des données et non vers leur traitement. Il ne permettait que des requêtes limitées, sans possibilité d'agrégation ni de relations entre tables. L'information d'un même domaine était parfois dispersée dans plusieurs tables. Par exemple, les poids de croissance, les poids *post-partum* et les poids à l'embouche étaient situés dans trois tables différentes. Pour pallier l'absence de relation entre les tables, des redondances avaient été introduites dans les différents fichiers. Ainsi, le code de troupeau, la date de naissance de l'animal et le numéro d'identification de sa mère étaient répétés dans la plupart des tables. Cela ouvrait la voie à des erreurs de mise à jour qui sont devenues nombreuses au fil du temps. A titre d'illustration, certains animaux étaient signalés présents dans des troupeaux différents au même moment, ou un même animal avait plusieurs carrières de croissance différentes. L'utilisation de cet outil rendait donc difficiles l'exploitation et la synthèse des données.

Cet article présente la méthodologie employée pour construire une base de données homogène, corrigée et simplifiée, afin de faciliter l'extraction des données selon des points de vue variés. Les principales caractéristiques de cette base de données sont ensuite présentées ainsi que les utilisations actuellement envisagées.

## ■ MATERIEL ET METHODES

### *Système de collecte des informations de terrain*

Le système d'information Panurge a été présenté de manière détaillée (10, 17). Le troupeau de concession, défini comme l'ensemble des animaux passant la nuit dans la même concession, avait été choisi comme l'unité zootechnique, épidémiologique, statistique et opérationnelle. Les travaux fondateurs de Landais et Sissokho et Poivey et coll. (23, 42) avaient démontré l'importance

de la qualité des données individuelles pour obtenir des paramètres démographiques et zootechniques fiables. Les variables de troupeaux devaient être obtenues par agrégation de données animales individuelles de bonne qualité. A cet effet, des informations zootechniques et sanitaires ont été recueillies à un rythme régulier dans des élevages observatoires sédentaires choisis pour représenter la diversité des conditions agro-écologiques du Sénégal. Dans ces élevages, chaque animal était identifié à l'aide d'une boucle auriculaire plastifiée pré-imprimée.

L'enquête s'articulait autour d'un suivi démographique des troupeaux auquel étaient adjoints divers modules (croissance pondérale, santé, pratiques d'élevage...), variables selon le protocole. Des techniciens spécialement formés et basés sur le terrain effectuaient chaque quinzaine des visites d'élevage pour relever les changements démographiques. Les autres informations étaient recueillies à un rythme adapté au type de données : tous les trois jours pour l'étude des fréquences pathologiques, toutes les semaines ou chaque quinzaine pour le suivi de la production laitière, à chaque saison pour le suivi des pratiques ou tous les ans pour le compte d'exploitation. Ces techniciens tenaient à jour un fichier manuel et transmettaient régulièrement les données au laboratoire. La saisie des données était effectuée à l'aide d'une application spécifiquement développée avec un système de gestion de base de données non relationnelles (11). De nombreux contrôles de cohérence étaient automatiquement effectués au moment de la saisie des informations. Les données rejetées par le logiciel étaient retournées sur le terrain où elles étaient vérifiées et corrigées.

### *Conception de la base de données*

Une publication récente (49) a présenté les principales études réalisées par le programme Ppr. Il n'était pas utile de reprendre la totalité des informations recueillies depuis 1983 : certaines données ont été exploitées (évolution de la dentition avec l'âge (45)), ou ne présentaient qu'une faible variabilité (prévalence parasitologique des hémoparasitoses). Par ailleurs, il était nécessaire d'organiser la base de données pour permettre une utilisation facile dans quatre domaines prioritaires :

- la mise à jour des référentiels zootechniques de productions ovine et caprine ;
- la dynamique des populations de petits ruminants à l'échelle du troupeau ;
- les relations entre production et pathologie ;
- l'estimation des paramètres génétiques des caractères quantitatifs.

La liste des informations nécessaires a été obtenue en examinant les données disponibles sous forme de fichier électronique ou papier, en consultant les utilisateurs actuels et futurs de la base de données et en comparant avec les informations figurant dans d'autres bases de données zootechniques ou épidémiologiques (4, 20, 24, 27, 28, 41, 42, 46, 47, 52).

Les différents niveaux d'agrégation et échelles temporelles ont été définis selon les besoins des utilisateurs de la base de données. Un modèle des données a ensuite été établi en utilisant le formalisme graphique de l'approche entité-relation (2). Cette méthode a été développée et standardisée en France sous le nom de Merise (48). Elle a été utilisée pour concevoir des bases de données zootechniques et épidémiologiques (27, 28). Elle consiste à identifier des entités et des relations dans l'ensemble formé par les données élémentaires et leurs liens. Le tout conduit à un modèle conceptuel des données (Mcd) exhibant la complexité des relations entre les données. Le Mcd est un ensemble de diagrammes simples que l'on

\* Institut sénégalais de recherches agricoles - Laboratoire national d'élevage et de recherche vétérinaire

peut regrouper par niveau d'agrégation. Ce support graphique permet de présenter la base de données à des non spécialistes en informatique. Des critiques et des amendements peuvent ainsi être apportés par les utilisateurs de la base de données. Un résultat satisfaisant est obtenu en quelques itérations.

Après acceptation du Mcd, la conception technique de la base de données a été effectuée. Le Mcd a été traduit sous une forme physique tenant compte des choix techniques tels que la construction d'un schéma relationnel. Cette étape a nécessité un important travail de contrôle de cohérence et de vérifications. Elle a abouti à un modèle physique des données organisées en tables logiquement reliées entre elles.

## ■ RESULTATS

### Données retenues

Quatre jeux de données ont été retenus pour constituer la base de données (figure 1) selon des critères de fiabilité des données, d'absence de traitements antérieurs et d'urgence des besoins des chercheurs et des utilisateurs des données.

Les données de Kaolack ont été relevées dans le cadre du Prodec\* qui souhaitait connaître l'évolution des paramètres démographiques des troupeaux de petits ruminants encadrés par le projet. Les données de Kaymor, Kolda et Louga ont été recueillies dans le cadre des activités du programme Ppr. Pendant toute la durée de suivi sur ces sites, la démographie des troupeaux et la croissance des jeunes ont été suivies.

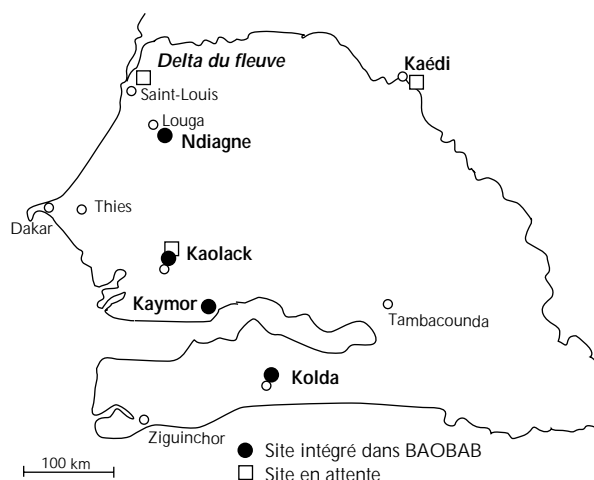


Figure 1 : répartition des sites inclus dans la base de données et des sites candidats.

Au-delà de ces données de base, différentes études ont été réalisées sur les pratiques de conduite et d'exploitation (8, 9, 36), les relations entre pratiques d'élevage et performances animales (35), la séro-épidémiologie des agents pneumotropes pathogènes (25) et des maladies abortives (37), la dynamique saisonnière des dominantes pathologiques, l'épidémiologie des parasitoses gastro-intestinales, les fréquences pathologiques et les relations entre le statut nutritionnel et les performances zootechniques. Les principales caractéristiques de chaque jeu de données sont présentées dans le tableau I.

\* Projet de développement des espèces à cycles courts, Direction de l'élevage, financé par le Fonds d'aide et de coopération, France

Tableau I

Domaines et périodes concernés dans les jeux de données incorporés dans la base de données Baobab

Domaines	Périodes			
	Kaolack	Kaymor	Kolda	Louga
Démographie	05/1995-06/1997	04/1984-07/1994	12/1983-03/1998	06/1983-08/1997
Croissance	05/1995-06/1997	04/1984-07/1994	12/1983-03/1998	06/1983-08/1997
Pratiques d'élevage (logement, alimentation complémentaire, traite, conduite au pâturage)	-	SP/1988-SS/1993	SP/1989-SS/1994	SP/1988-SS/1994
Embouche ovine	05/1995-03/1997	12/1989-06/1994	-	12/1988-07/1997
Essais de schémas prophylactiques	-	09/1984-11/1992	06/1984-12/1992	10/1983-09/1992
Dynamique des dominantes pathologiques	-	12/1987-04/1994	10/1987-04/1996	01/1988-04/1996
Fréquences pathologiques	-	03/1991-04/1994	02/1991-03/1995	02/1991-03/1996
Epidémiologie des agents pathogènes respiratoires	-	-	12/1987-06/1989	11/1987-05/1989
Epidémiologie des maladies abortives	-	-	10/1993-04/1994	10/1993-04/1994
Epidémiologie des parasitoses gastro-intestinales	-	11/1992-12/1993	08/1992-11/1995	09/1992-01/1994
Statut nutritionnel (profils biochimiques)	-	-	10/1993-04/1994	10/1993-04/1994
Météorologie	05/1995-06/1997	04/1984-07/1994	12/1983-03/1998	06/1983-08/1997

SP : saison pluvieuse ; SS : saison sèche

### Modèle conceptuel des données

L'animal et le troupeau de concession étaient les deux principaux niveaux d'agrégation. La localisation géographique (spatialisation des données) et le temps chronologique (variations saisonnières et annuelles) devaient permettre de définir d'autres niveaux d'analyse. Pour faciliter les analyses, le temps chronologique a été exprimé sous forme de dates.

Le rang de mise bas et le stade de lactation sont des éléments essentiels pour les analyses touchant à la carrière reproductrice des femelles ou aux cycles de production individuels (productivité numérique et pondérale, production laitière). Deux échelles de temps physiologique ont été définies : le rang de mise bas et la semaine de lactation (nombre de semaines écoulées entre la dernière mise bas et la date considérée).

Un troisième rythme était susceptible d'avoir une influence sur les données : le temps météorologique. Les données ont été fournies par la Météorologie nationale du Sénégal et incorporées dans la base sous forme décadaire.

Le Mcd a été élaboré en une dizaine de jours. Il a été validé au cours de visites de terrain et d'une réunion générale de tous les intervenants (figures 2 et 3).

### La base de données Baobab

La traduction de ce Mcd sous forme physique a conduit à une structure de base de données comportant 28 tables (tableau II). Un exemple permet d'illustrer le passage du Mcd à la base de données. La relation « croissance » reliant les entités ANIMAL, MESURE et DATE (figure 2) a donné la table DateMesu (tableau II). Cette table comporte les champs « numani » (numéro d'identification de l'animal : clé de l'entité ANIMAL), « date » (date de la mesure : clé de l'entité DATE), « mesure » (type de mesure effectuée : clé de l'entité MESURE). Dans cette table, la combinaison de ces trois champs est unique : il ne doit pas y avoir deux enregistrements avec le même numéro d'identification, la même date et le même type de mesure. Ceci est une règle de gestion permettant d'effectuer des contrôles sur la table (recherche de doublons). Les autres champs de la table DateMesu sont les propriétés de la relation « croissance » : les champs « calcobs » (mesure observée ou calculée) et « valeur » (valeur de la mesure).

Des programmes de codage et de contrôle ont été écrits pour saisir les informations manquantes et transférer les données vers la nouvelle structure. Panurge n'étant pas une base de données relationnelles, de nombreuses redondances et erreurs de mise à jour ont été rencontrées. Le transfert a nécessité l'écriture de 173 contrôles

Tableau II

Description qualitative du contenu des tables de la base de données Baobab

Table	Description
Absent	Liste des animaux absents à chaque visite. Nécessaire pour exploiter Patho15
Aliment	Valeur alimentaire des aliments utilisés dans les rations d'embouche ovine
AlimPart	Périodes de distribution, nature, quantité et prix des aliments constituant les rations d'embouche ovine
Animal	Données d'état-civil constantes des animaux (identificateur, mère, père, date de naissance, type génétique...)
Boucle	Liste des boucles ou numéros provisoires portés par un animal au cours de sa présence dans le suivi
CompConc	Pratiques d'alimentation complémentaire par troupeau de concession, saison, espèce et année
ConcAni	Périodes de présence des animaux dans les troupeaux avec caractéristiques des entrées et sorties
Concess	Données constantes sur les troupeaux de concession (nom et ethnie de l'éleveur, troupeau ascendant...)
ConcLoge	Types de logement occupés par un troupeau de concession au cours des saisons et des années
ConcPatu	Pratiques de pâturage : types et périodes de fréquentation des pâturages par troupeau, espèce, saison et année
CondGene	Modes de conduite au pâturage et pratiques de traite par troupeau de concession, espèce, saison et année
CondPart	conduite particulière (ex. : mise à l'embouche) des animaux qui ne suivent pas la conduite générale sur parcours
DateMesu	Poids vifs et notes d'état corporel relevées sur les animaux en suivi
FraiCond	Frais induits par une conduite particulière (embouche) sur un lot d'animaux d'un troupeau pendant une période donnée
InterAni	Interventions subies par animal (traitement, prophylaxie, castration). Les interventions collectives sont dans InterCol
InterCol	Interventions collectives (vaccin, vermifuge) réalisées à l'échelle d'un village ou d'un troupeau de concession
Labo	Résultats d'analyses de laboratoire individuelles (analyses biochimiques, sérologies, coproscopies...)
Lieu	Données constantes par village : nom, coordonnées géographiques, station météorologique...
Meteo	Données climatologiques par station météorologique et par décade
Misebas	Informations relatives à la mise bas et à ses caractéristiques en termes de productivité numérique et pondérale
Mouvment	Périodes de suivi et localisation des troupeaux de concession (début et fins de suivi, déplacements, transhumance)
Patho	Diagnosics, gravité, durée des pathologies observées lors de l'étude des fréquences pathologiques
Patho15	Symptômes respiratoires et digestifs relevés chaque quinzaine lors de l'étude sur les dominantes pathologiques
ProtoSer	Description des séries de prélèvements réalisés et éléments recherchés pour chaque protocole d'analyse
SeMesu	Poids vifs et notes d'état corporel des femelles après la mise bas, selon la parité et la semaine de lactation
SemLait	Prélèvements laitiers des éleveurs sur les femelles en lactation, selon la parité et la semaine de lactation
Symptome	Symptômes par appareil observés lors de l'étude des fréquences pathologiques
Transact	Informations concernant les achats et les ventes d'animaux

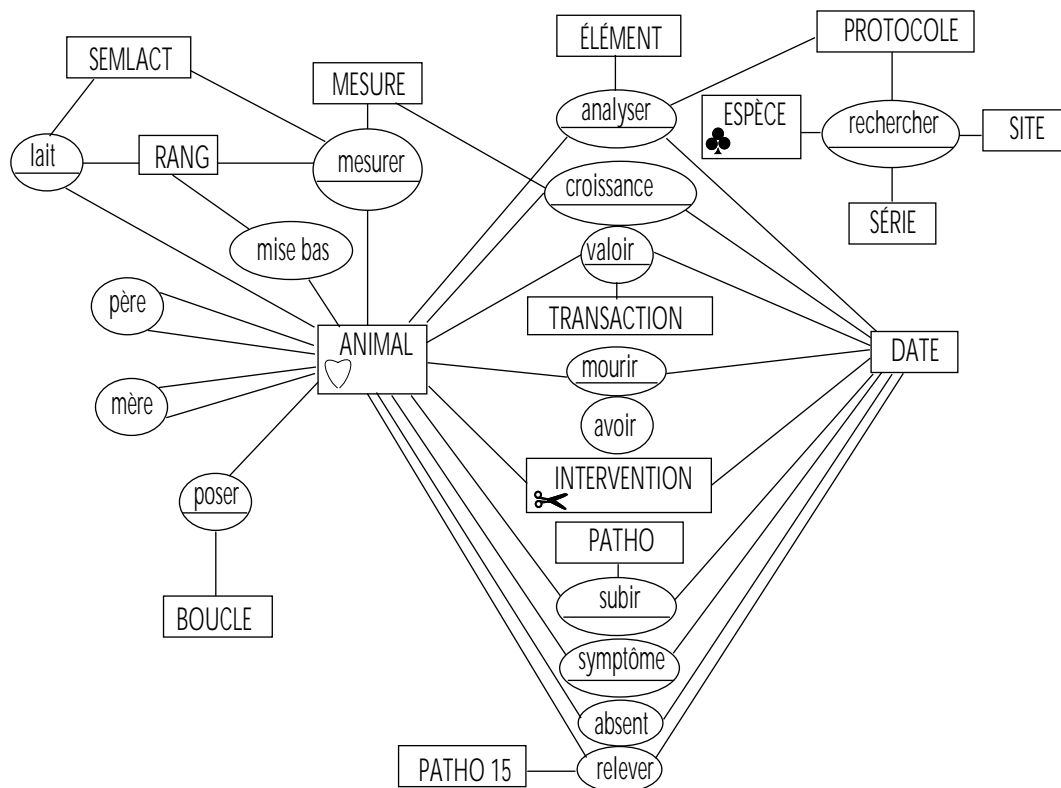


Figure 2 : modèle conceptuel des données. I. Données individuelles. Les relations sont figurées par des ellipses, le trait horizontal éventuel indiquant la présence de propriétés. Les entités sont représentées par des rectangles. Toutes les entités ont au moins une propriété : la clé. Les symboles en bas à gauche de certaines entités indiquent que ces dernières sont retrouvées en plusieurs endroits du Mcd.

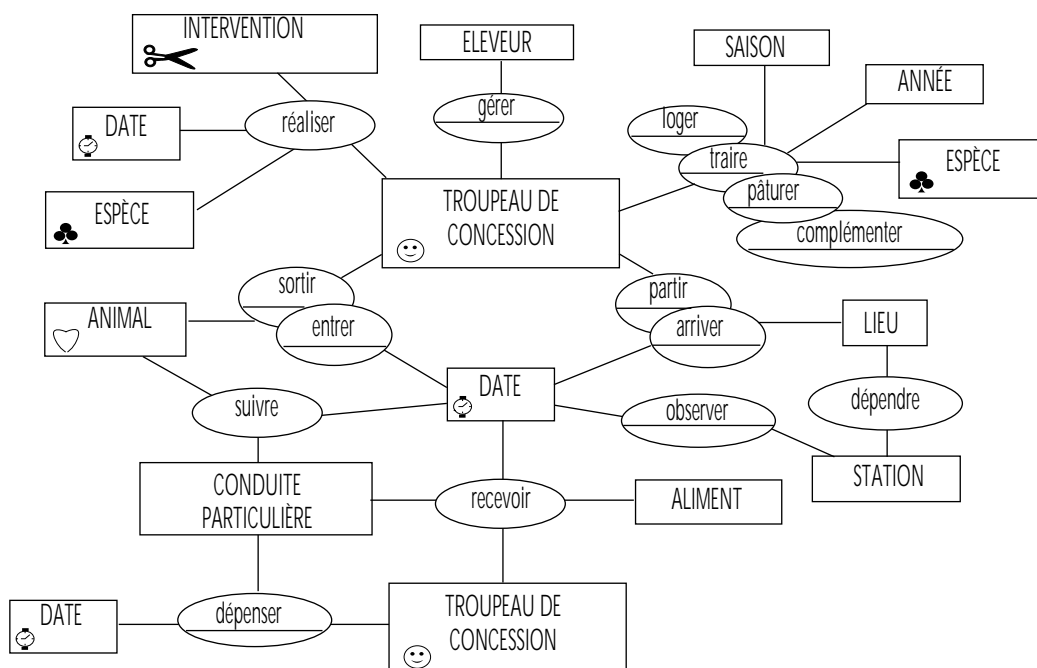


Figure 3 : modèle conceptuel des données. II. Représentation des relations entre l'animal et le troupeau de concession et des données relatives au troupeau de concession. Les relations sont figurées par des ellipses, le trait horizontal éventuel indiquant la présence de propriétés. Les entités sont représentées par des rectangles. Toutes les entités ont au moins une propriété : la clé. Les symboles en bas à gauche de certaines entités indiquent que ces dernières sont retrouvées en plusieurs endroits du Mcd.

pour vérifier et corriger les données. La phase de saisie et de correction a duré plus d'un an et a mobilisé à temps plein une équipe composée d'un chercheur administrateur de la base de données et de deux techniciens. La base de données a été implantée sur micro-ordinateur à l'aide d'un système de gestion de base de données relationnelles (Sgbd). Elle occupe un espace d'environ 50 méga-octets avec le Sgbd utilisé. Compte tenu de sa taille, de la lenteur de sa croissance et de sa localisation géographique, la base de données a été appelée Baobab (base d'observation des animaux qui broutent), à l'image de l'arbre *Adansonia digitata*, symbole du Sénégal.

Le tableau III donne quelques indications sur la quantité des données disponibles dans Baobab. Les figures 4 à 6 présentent la distribution de quelques variables qui seront souvent utilisées dans le dépouillement de la base de données.

Les Sgbd utilisés pour la gestion de Baobab (Visual FoxPro\* ou Access\*\*) possèdent des langages de gestion des données évolués, permettant d'extraire facilement les informations désirées. Ils offrent en particulier des interfaces sql (*structured query language*) permettant d'écrire des requêtes peu dépendantes du Sgbd : un utilisateur non familiarisé avec les langages d'un Sgbd particulier pourrait travailler rapidement avec Baobab. Le tableau IV donne un exemple de requête sql pour le calcul des fréquences des mises bas ainsi que les premières lignes du tableau obtenu. Le graphe de densité de probabilité de mise bas selon le jour de l'année est un exemple d'utilisation de ce tableau.

\* Microsoft Visual FoxPro, version 3.0, système de gestion de base de données relationnelles pour Windows, Microsoft Corporation, 1995

\*\* Microsoft Access, version 7.0, système de gestion de base de données relationnelles pour Windows, Microsoft Corporation, 1989-1997

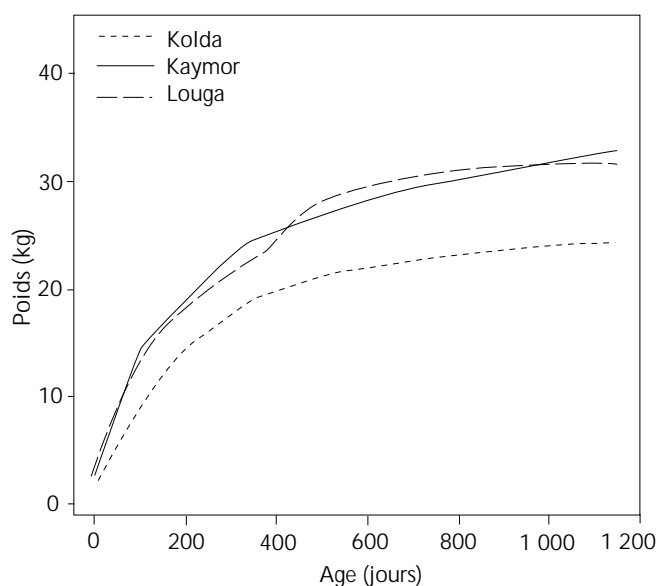


Figure 4 : poids moyen des brebis selon l'âge - 1 990 brebis nées du 01.07.1989 au 30.06.1991 (23 067 pesées). Courbes obtenues par lissage des données brutes selon la méthode loess.

La complexité et la diversité des données figurant dans Baobab ont entraîné la nécessité d'écrire deux documents d'accompagnement. Le premier donne une description détaillée de la base de données ainsi que la signification des codes utilisés. Le second rassemble les différents protocoles avec lesquels les données ont été recueillies. Ces documents sont indispensables à une utilisation efficace des données.

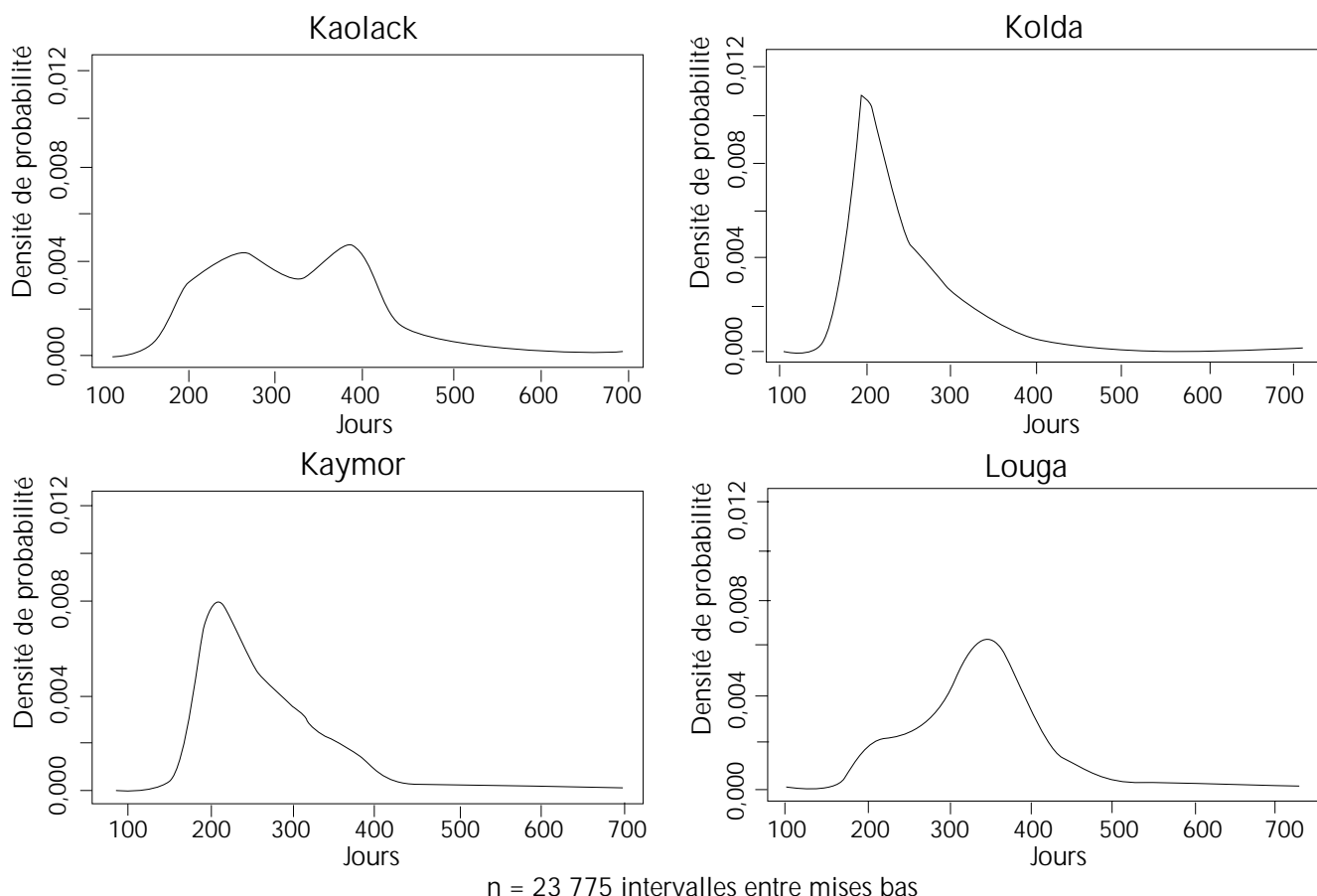


Figure 5 : distribution des intervalles entre mises bas normales successives chez la brebis (n = 23 775 intervalles entre mises bas).



**Tableau III**  
Quantité et distribution géographique et spécifique des données disponibles dans la base de données Baobab

Table	Nb lignes	Nb unités	Répartition des unités							
			Kaolack		Kaymor		Kolda		Louga	
			Ovins	Caprins	Ovins	Caprins	Ovins	Caprins	Ovins	Caprins
Absent	116 777	26 230 animaux	-	-	1 988	3 789	4 550	5 377	7 373	3 153
Aliment	13	13 aliments	-	-	-	-	-	-	-	-
AlimPart	96	24 troupeaux	-	-	-	-	-	-	-	-
Animal	78 836	78 836 animaux	9 341	1 522	6 421	10 394	10 263	11 005	22 092	7 798
Boucle	90 842	78 836 animaux	9 341	1 522	6 421	10 394	10 263	11 005	22 092	7 798
CompConc	5 015	411 troupeaux	-	-	82	89	132	117	169	56
Concani	87 965	78 836 animaux	9 341	1 522	6 421	10 394	10 263	11 005	22 092	7 798
Concess	882	882 troupeaux	230	-	138	-	267	-	247	-
ConcLoge	4 883	412 troupeaux	-	-	82	91	132	117	168	56
ConcPatu	6 104	238 troupeaux	-	-	81	91	127	117	-	-
CondGene	5 195	412 troupeaux	-	-	81	90	131	117	168	56
CondPart	2 449	2 414 animaux	681	-	131	-	-	-	1 602	-
DateMesu	582 917	64 105 carrières	8 248 P	1 318 P	4 763 P	8 356 P	8 612 P	9 179 P	17 102 P	6 049 P
FraiCond	32	de mensurations	680 N	-	443 N	-	1 257 N	768 N	3 521 N	685 N
Interani	9 378	32 troupeaux	32	-	-	-	-	-	-	-
Intercol	3 950	6 236 animaux	2 273	251	73	351	454	408	1 378	688
Labo	91 168	52 villages	-	-	10 V	10 V	26 V	26 V	16 V	16 V
Lieu	92	317 troupeaux	-	-	84 T	84 T	115 T	115 T	118 T	118 T
Meteo	1 799	5 315 animaux	-	-	284	443	1 591	1 186	1 095	716
Misebas	42 583	92 villages	-	39	10	10	27	16	1	1
		5 stations	2	2	1	1	1	1	1	1
		17 464 carrières	2 262	397	1 304	1 734	2 423	2 282	5 254	1 808
		de reproduction	-	-	-	-	-	-	-	-
Mouvement	997	882 troupeaux	230	-	138	-	267	-	247	-
Patho	9 610	6 803 animaux	-	-	478	909	1 062	1 331	2 356	667
Patho15	333 703	29 923 animaux	-	-	3 067	4 856	4 496	4 041	10 721	2 742
ProtoSer	124	5 protocoles	-	-	1	1	5	5	4	4
Semesu	92 458	17 358 animaux	2 254	392	1 294	1 716	2 411	2 267	5 228	1 796
SemLait	29 959	3 044 lactations	-	-	2	68	-	-	1 979	995
Symptome	13 410	6 821 animaux	-	-	478	911	1 071	1 366	2 358	667
Transact	29 164	26 169 animaux	3 238	398	1 868	2 735	2 803	2 384	9 818	2 925

P : carrières de croissance (poids vifs) ; N : carrières de notes d'état corporel ; V : village ; T : troupeau

Tableau IV

Exemple de requête pour calculer la fréquence des mises bas des brebis de Kaolack et résultats obtenus

Requête SQL	Signification
<pre> SELECT ; 365 * ((m.date - {31/12/1994}) / 365 - INT((m.date - {31/12/1994})/365)) AS jour ; FROM MiseBas m, ConcAni c, Mouvement v ; WHERE   m.numani = c.numani         c.numconc = v.numtroupe         v.data &lt; {01/06/1995}         v.datd &gt; {31/05/1997}         m.date BETWEEN {01/06/1995} AND {31/05/1997}         m.numani LIKE "SNKAOV%"; INTO TABLE FreqMb </pre>	<p>Extrait ;</p> <p>le numéro d'ordre du jour de l'année de la mise bas ; à partir des tables MiseBas, ConcAni et Mouvement avec correspondance des animaux entre MiseBas et ConcAni et des troupeaux entre ConcAni et Mouvement ; pour les troupeaux présents à la borne inférieure ; et à la borne supérieure ; et les mises bas s'étant produites entre les deux bornes ; et concernant des brebis de Kaolack ; et stocke les résultats dans la table FreqMb</p>
<p>NB : la date du 31/12/1994 (seconde ligne de la requête) est une date arbitraire de référence. L'année est sans importance, du moment que le jour de référence est le 31 décembre (dernier jour de l'année).</p>	

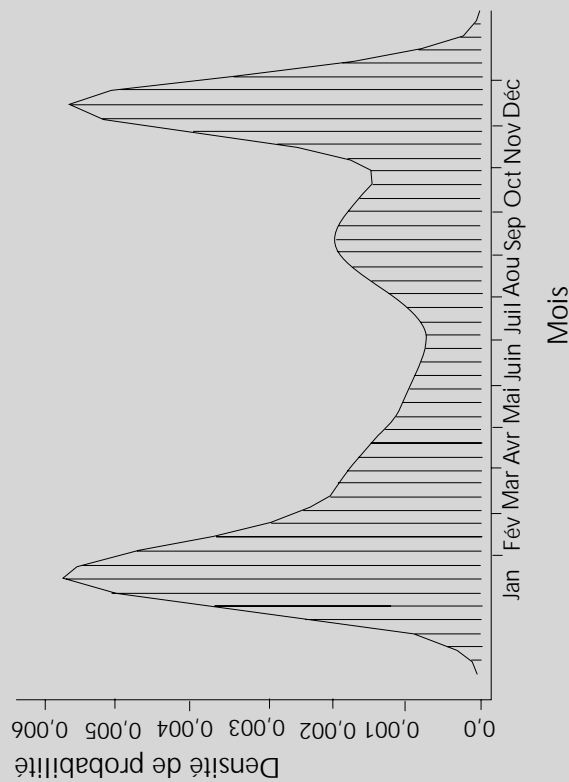
Table FreqMb, résultat de la requête SQL (10 premières lignes)

```

JOUR
31,00
31,00
273,00
84,00
345,00
345,00
352,00
336,00
344,00
344,00

```

Graph de la densité de probabilité de la distribution des mises bas des brebis de Kaolack



NB : la variable JOUR est définie par la seconde ligne de la requête SQL ci-dessus. La première ligne de la table FreqMb (JOUR = 31) indique par exemple que la mise bas concernée s'est produite le 31<sup>e</sup> jour de l'année.

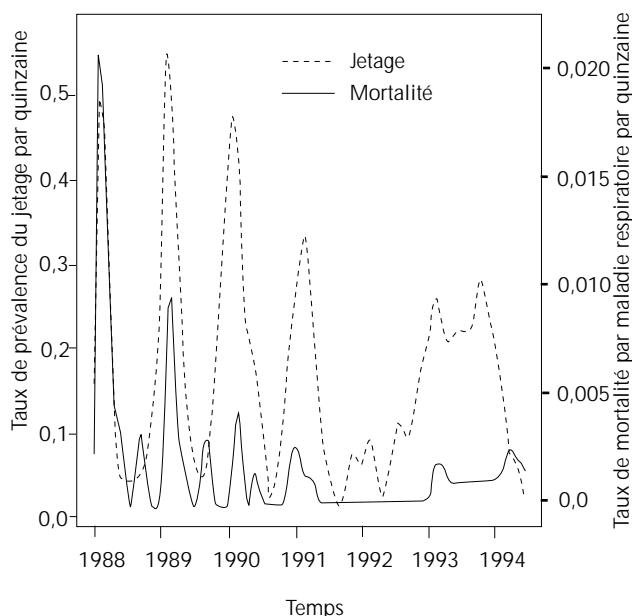


Figure 6 : prévalence du jetage et taux de mortalité par maladie respiratoire chez les ovins à Kolda.

## ■ DISCUSSION

### Données retenues et données en attente

La base présentée peut être complétée. Les tables concernant le troupeau de pâturage (ensemble des troupeaux de concession rassemblés pour aller au pâturage) n'ont pas été incluses dans Baobab. Des informations sur le berger, la nature des pâturages fréquentés et leur charge animale, les espèces végétales et la digestibilité de la ration consommée sur une période d'un an à Louga (juillet 1996 - juin 1997) ont été recueillies à l'occasion d'un protocole d'étude des relations entre les ressources fourragères naturelles et la productivité animale. Les tables seront ajoutées dans Baobab à l'occasion de l'analyse de ces données. D'autre part, des jeux complets de données attendent d'être incorporés dans Baobab (figure 1) : suivis du delta et de la moyenne vallée du fleuve Sénégal (Saint-Louis (50, 51) et Kaédi en Mauritanie (14)), première enquête de Kaolack (31). Il serait également possible d'inclure les données de bovins suivis à Kolda ou Kaymor dans le cadre d'autres programmes de recherche ayant utilisé Panurge. D'importantes bases de données ont été constituées sur les bovins au Burkina Faso et en Nouvelle-Calédonie (32, 33), et sur les ovins en Côte d'Ivoire (5) avec le même système d'information.

L'intérêt d'accumuler de nombreux jeux de données récoltés selon des protocoles identiques dans des zones agro-écologiques proches est double. Tout d'abord, c'est l'occasion de valider des modèles établis sur un jeu de données particulier et de vérifier leur caractère général. Par exemple, les animaux du suivi de Saint-Louis (delta du fleuve) ont subi pendant l'hivernage de 1987 une épidémie de fièvre de la vallée du Rift (21). Cette zoonose a provoqué chez les ruminants des taux d'avortement et une mortalité néonatale très élevés. On pourrait ainsi étudier le comportement de modèles de dynamique de population devant des événements catastrophiques. Ensuite, il est possible de réaliser des méta-analyses (15, 19), c'est-à-dire d'examiner la variabilité des résultats d'une même expérimentation (protocole vaccinal, calendrier de

vermifugation, alimentation complémentaire...) répétée dans des conditions et dans des endroits différents, afin d'obtenir une meilleure estimation des effets étudiés.

### Conception de la base de données et retombées

Le Mcd retenu pour Baobab est original. Il s'appuie sur des recommandations générales sur les données zootechniques devant figurer dans une base de données (44) et la manière de les modéliser (27). Il est d'une complexité analogue ou supérieure à celle d'autres bases de données zootechniques et sanitaires constituées dans des élevages bovins laitiers intensifs, commerciaux (26, 27) ou expérimentaux (4, 28). Il est en particulier adapté à la gestion des mouvements d'animaux entre troupeaux, phénomène rare dans les systèmes intensifs d'Europe mais très fréquent dans les élevages sénégalais étudiés.

La mise au point du Mcd de Baobab et le travail de transfert des données ont mis en évidence les faiblesses de conception informatique des logiciels de saisie utilisés jusqu'alors. Les travaux de comparaison des résultats d'enquêtes longitudinales et transversales montrent qu'il est difficile de se passer de données individuelles précises et fiables dès que sont abordés les problèmes de dynamique de population (23, 29, 53). En conséquence, un nouveau logiciel de saisie de données individuelles a été écrit, reposant sur un Mcd simplifié de Baobab. Cette application, dénommée Laser (logiciel d'aide au suivi des élevages de ruminants), comporte 11 tables principales, équivalentes aux tables Animal, Boucle, ConcAni, Concess, DateMesu, InterAni, InterCol, Lieu, MiseBas, Mouvement et Transact de Baobab. Laser peut gérer des mouvements de troupeaux à l'occasion des transhumances ou de déplacements conjoncturels (sécheresse, épidémie...). Les lieux de séjour des troupeaux sont repérés par des coordonnées géographiques. Une interface est possible avec un système d'information géographique, permettant de prendre en compte les structures spatiales sous-jacentes telles que les ressources fourragères ou les facteurs édaphiques. L'application a été écrite à l'aide d'un langage de programmation courant (Visual Basic\*) avec un cahier des charges précis. Cela assure la possibilité de maintenance et d'évolution en fonction des besoins des utilisateurs. Laser alimente une base de données au format Access, largement répandu, ce qui facilite les transferts vers d'autres Sgbd et la plupart des logiciels de statistiques actuels.

Cependant, le logiciel de saisie est une partie mineure de l'ensemble du système d'information. Le point essentiel reste la qualité du réseau d'observation, constitué par des éleveurs partenaires et bénéficiaires (dans un schéma de recherche - action) de l'enquête, des observateurs correctement formés et un protocole précis et rigoureux de collecte et de contrôle des données. En cela, le système d'information Panurge (10) est et restera longtemps d'actualité, même si l'outil informatique initial est remplacé par un outil plus moderne.

### Exploitation de la base de données et perspectives d'utilisation

L'aspect longitudinal des données de croissance (figure 4) a été peu exploité en dehors des travaux de Moulin (35) qui a établi des profils de croissance et les a reliés à des pratiques d'élevage pour les petits ruminants de Ndiagne (zone sahélienne). Les intervalles entre mises bas (figure 5) et les autres paramètres de reproduction ont été présentés (3, 18). Clément et coll. (3) ont mis l'accent sur

\* Microsoft Visual Basic, version 5.0, système de programmation pour Windows 95 et NT, Microsoft Corporation, 1991-1997

l'aspect génétique (héritabilités et corrélations génétiques) mais les carrières reproductrices n'ont été étudiées que chez les brebis et les chèvres de Ndiagne (35). Les relations entre les symptômes respiratoires et les séroconversions envers les germes pneumotropes ont été étudiées par Lefèvre-Desoutter (25) à Ndiagne et à Kolda (zone soudano-guinéenne), mais l'impact de la pathologie respiratoire sur la productivité (figure 6) n'a pas été quantifié. L'épidémiologie des parasitoses digestives a fait l'objet de plusieurs études mais rien n'a été publié jusqu'à présent.

A travers ces exemples, il apparaît que les perspectives d'utilisation de la base de données sont nombreuses. La mise à jour des référentiels zootechniques de productions ovine et caprine publiés en 1991 (18) est nécessaire. Elle se fera à travers des articles synthétiques publiés dans des revues largement diffusées en milieu tropical. Les résultats seront ainsi disponibles pour les comparaisons. La revue récente de de Leeuw et coll. (24) sur le suivi de la santé et de la production du bétail en Afrique sub-saharienne a montré la faible diffusion des résultats du Sénégal, en contradiction frappante avec la qualité et la quantité des données récoltées. Sur les 104 articles cités en références, deux émanaient du programme Ppr dont aucun ne présentait de résultats zootechniques complets. D'autre part, des fiches techniques seront établies sur des sujets précis établis en concertation avec la Direction de l'élevage, les services de développement et les organisations de producteurs du Sénégal. A priori, des sujets tels que la vaccination contre les grandes endémies des petits ruminants, la vermifugation contre les parasitoses digestives ou les techniques d'embouche devraient être traités en priorité.

La dynamique des populations de petits ruminants à l'échelle du troupeau fait l'objet d'un travail de thèse de biométrie sur les modèles matriciels en temps discret et l'application à la dynamique des petits ruminants domestiques au Sénégal. L'objectif à court terme est d'établir une méthode de diagnostic démographique d'une population domestique à partir des paramètres de mortalité, de fertilité et d'échanges migratoires. Dans un second temps, il est envisagé de travailler sur les relations entre la démographie et l'état individuel des animaux, en particulier les relations entre la croissance des femelles et la démographie.

La description de la pathologie doit être réalisée préalablement à l'étude des relations entre production et pathologie. Il est nécessaire d'établir l'épidémiologie descriptive des pathologies respiratoire et digestive et de faire le lien avec les résultats de laboratoire disponibles (sérologies des agents respiratoires pneumotropes, coproscopies des parasites digestifs). Des études analytiques seront ensuite entreprises pour préciser l'impact de la pathologie sur la productivité des petits ruminants. La maladie sera considérée comme un facteur de production (facteur de variation d'une variable de production ou de productivité) ou comme la sanction de mauvaises conditions d'élevage (marqueur et conséquence d'un déséquilibre physiologique). Les essais de prophylaxie et de traitement (12, 13) pourront être replacés dans cette perspective. Deux échelles différentes seront retenues dans ces analyses. Le niveau de l'animal sera privilégié pour l'étude des carrières (croissance, reproduction, santé et interactions entre ces éléments), afin d'exploiter au mieux l'aspect longitudinal des données. Les analyses à l'échelle du troupeau permettront de dégager les recommandations concrètes à faire aux éleveurs en termes de prophylaxie, d'alimentation complémentaire et de pratiques d'élevage.

Les travaux de génétique quantitative (3) doivent être complétés par l'étude des paramètres de croissance. L'incorporation de nouveaux jeux de données dans Baobab permettra d'augmenter la précision des estimations des valeurs des héritabilités et des

corrélations génétiques. L'enjeu de ces travaux est double. Sur le plan méthodologique, il est important de préciser l'intérêt et les limites des données recueillies en milieu villageois. De multiples facteurs de variations et la méconnaissance de l'ascendance paternelle compliquent en effet le calcul des paramètres génétiques. Les premiers résultats montrent que certaines de ces difficultés peuvent être surmontées (3). Une synthèse complète pourrait donner des indications utiles sur les modalités de l'amélioration génétique des petits ruminants. Ce thème intéresse beaucoup les producteurs ovins, très demandeurs d'animaux plus performants (conformation, résistance aux maladies), et la Direction de l'élevage du Sénégal.

## ■ CONCLUSION

La construction de la base de données Baobab a permis de capitaliser les travaux de recherche sur les petits ruminants en milieu traditionnel au Sénégal. Les données ont été triées, homogénéisées et rendues accessibles aux chercheurs de chaque discipline. La maintenance de l'outil est cependant une tâche délicate. Elle nécessite la disponibilité d'un administrateur ayant la responsabilité d'effectuer les corrections et ajouts demandés par les utilisateurs. A ce propos, il faut bien distinguer la base de données Baobab et l'application de saisie Laser. Si Baobab est un outil de recherche complexe et de maintenance délicate, tout a été mis en œuvre pour que l'utilisation de Laser et l'exploitation des bases de données qui en découleront soient aussi simples que possible. L'objectif est de permettre à l'utilisateur de se consacrer aux aspects importants de la recherche en milieu paysan : constitution et gestion du réseau d'observation, exploitation des données et valorisation des résultats.

Les perspectives d'utilisation de la base de données Baobab sont nombreuses et s'orientent selon deux axes principaux :

- la production de référentiels et de synthèses permettant les comparaisons entre pays, zones agro-écologiques et périodes annuelles ;
- la modélisation de la production animale, à l'échelle individuelle ou du troupeau.

## Remerciements

La Direction de l'élevage a soutenu les travaux du programme Ppr, en mettant à sa disposition des agents techniques compétents et en orientant les recherches vers ses centres de préoccupation. Les enquêteurs ont permis le recueil des données sur le terrain, avec la collaboration patiente des éleveurs sénégalais. Ils ont également apporté des critiques constructives au Mcd de Baobab. Par ailleurs les auteurs remercient Charles-Henri Moulin, enseignant-chercheur à l'Ecole nationale supérieure d'agronomie de Montpellier et précédent responsable du programme Ppr, pour sa contribution particulière au travail de réflexion sur Baobab, ainsi que les trois lecteurs de cet article pour leurs commentaires qui ont contribué à l'amélioration de ce texte.

## BIBLIOGRAPHIE

1. AMEGEE Y., 1983. La prolificité du mouton Djallonké en milieu villageois au Togo. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **36** : 85-90.
2. CHEN P.P., 1976. The entity-relationship model. Toward a unified view of data. *ACM Trans. Database Sys.*, **1**: 9-36.
3. CLEMENT V., POIVEY J.-P., FAUGERE O., TILLARD E., LANCELOT R., GUEYE A., RICHARD D., BIBE B., 1997. Etude de la variabilité des caractères de reproduction chez les petits ruminants en milieu d'élevage traditionnel au Sénégal. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **50** : 235-249.

4. COULON J.-B., LESCOURET F., FAYE B., LANDAIS E., TROCCHON J.-L., PEROCHON L., 1993. Description de la base de données Lascar, un outil pour l'étude des carrières des vaches laitières. *Inra Prod. Anim.*, **6** : 151-160.
5. DOMENECH J., FORMENTY P., OUATTARA M., N'DEPO A.E., LEFORBAN Y., 1994. Impacts of major ovine diseases in sub-humid and humid Africa. *Kenya Vet.*, **18**: 124-126.
6. FALL A., DIOP M., SANDFORD J., GUEYE E., WISSOCQ Y.J., DURKIN J., TRAIL J.C.M., 1983. Etude sur la productivité de moutons Djallonké au Centre de Recherches zootechniques de Kolda au Sénégal. 1. Paramètres de reproduction et viabilité. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **36** : 183-190.
7. FALL A., DIOP M., SANDFORD J., GUEYE E., WISSOCQ Y.J., DURKIN J., TRAIL J.C.M., 1983. Etude sur la productivité de moutons Djallonké au Centre de Recherches zootechniques de Kolda, au Sénégal. 2. Poids corporels, productivité des brebis et du troupeau. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **36** : 283-289.
8. FAUGERE O., DOCKES A.C., PERROT C., FAUGERE B., 1990. L'élevage traditionnel des petits ruminants au Sénégal. I. Pratiques de conduite et d'exploitation des animaux chez les éleveurs de la région de Kolda. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **43** : 249-259.
9. FAUGERE O., DOCKES A.C., PERROT C., FAUGERE B., 1990. L'élevage traditionnel des petits ruminants au Sénégal. II. Pratiques de conduite et d'exploitation des animaux chez les éleveurs de la région de Louga. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **43** : 261-273.
10. FAUGERE O., FAUGERE B., 1986. Suivi de troupeaux et contrôle des performances individuelles des petits ruminants en milieu traditionnel africain. Aspects méthodologiques. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **39** : 29-40.
11. FAUGERE O., FAUGERE B., 1993. Panurge : suivi individuel dans les systèmes d'élevage traditionnel. Maisons-Alfort, France, Cirad-emvt, 339 p.
12. FAUGERE O., LEFORBAN Y., NERCY C., NDIAYE M., 1987. Essai de traitement des affections respiratoires des petits ruminants du Siné-Saloum (Sénégal) à l'aide d'une oxytétracycline à longue action. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **40** : 21-32.
13. FAUGERE O., TILLARD E., FAUGERE B., 1992. Prophylaxie chez les petits ruminants au Sénégal : régionalisation d'une politique nationale de protection sanitaire. In: 1<sup>e</sup> Conf. bienn. Réseau afr. Rech. petits Ruminants, Nairobi, Kenya, 10-15 décembre 1990. Nairobi, Kenya, ILCA, p. 307-315.
14. FRANÇOIS J.-L., 1990. Résultats du suivi zootechnique des petits ruminants : projet d'encadrement des éleveurs du Gorgol (Mauritanie). Dakar-Hann, Sénégal, Lner, 160 p.
15. FRIEDENREICH C.M., 1993. Methods for pooled analyses of epidemiologic studies. *Epidemiology*, **4**: 295-302.
16. HAUMESSER J.B., GERBALDI P., 1980. Observations sur la reproduction et l'élevage du mouton Oudah nigérien. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **33** : 205-213.
17. Lemvt-Cirad, 1990. Enquête sur la productivité du cheptel : approche pluridisciplinaire basée sur le suivi individuel des animaux. Maisons-Alfort, France, lemvt, 10 p. (Fiche technique d'élevage tropical n° 11)
18. Lemvt-Cirad, 1991. Enquête par suivi individuel du cheptel. II. Exemples de résultats obtenus sur petits ruminants au Sénégal. Maisons-Alfort, France, lemvt, 8 p. (Fiche technique d'élevage tropical n° 4)
19. JONES D.R., 1992. Meta-analysis of observational epidemiological studies: a review. *J. R. Soc. Med.*, **85**: 165-168.
20. KLINK E.G.M.V., CORTEN J.J.F.M., KALOKONI D.M., 1996. Herd monitoring in traditional cattle husbandry as a tool for productivity research and livestock development. *Trop. Anim. Health Prod.*, **28**: 273-279.
21. KSIAZEK T.G., JOUAN A., MEEGAN J.M., LE GUENNO B., WILSON M.L., PETERS C.J., DIGOUTTE J.P., GUILLAUD M., MERZOUG N.O., TOURAY E.M., 1989. Rift Valley fever among domestic animals in the recent West African outbreak. *Res. Virol.*, **140**: 67-77.
22. LANDAIS E., LHOSTE P., MILLEVILLE P., 1987. Points de vue sur la zootechnie et les systèmes d'élevage tropicaux. *Cah. Sci. hum.*, **3-4** : 421-437.
23. LANDAIS E., SISSOKHO M.M., 1986. Bases méthodologiques du contrôle des performances animales pour l'analyse zootechnique et démographique : collecte des données et choix des variables. In : Landais E., Faye B. ed., Méthodes pour la recherche sur les systèmes d'élevage en Afrique intertropicale, Mbour (Sénégal). Maisons-Alfort, France, Cirad-lemvt, p. 433-485. (Etudes et synthèses)
24. LEEUW P.N. de, MCDERMOTT J.J., LEBBIE S.H.B., 1995. Monitoring of livestock health and production in sub-saharan Africa. *Prev. vet. Med.*, **22**: 195-212.
25. LEFEVRE-DESOUTTER D., 1994. Les pneumopathies des petits ruminants au Sénégal : étude séro-épidémiologique et bio-géographique. Thèse doct. d'université, Université Paris XII, Créteil, France, 189 p. + annexes.
26. LESCOURET F., DORR N., FAYE B., 1994. Conception et intérêts d'une base de données dans un système d'information à visée de recherche exploratoire : un exemple en épidémiologie animale. In : 2nd int. Symp. Livest. Farming Syst. The study of livestock farming systems in a research and development framework, Saragossa, Spain, September 11-12, 1992, p. 207-211.
27. LESCOURET F., GENEST M., BARNOUIN J., CHASSAGNE M., FAYE B., 1993. Data modelling for database design in production and health monitoring systems for dairy herds. *J. Dairy Sci.*, **76**: 1053-1062.
28. LESCOURET F., PEROCHON L., COULON J.-B., FAYE B., LANDAIS E., 1992. Modelling an information system using the Merise method for agricultural research: the example of a database for a study on performances in dairy cows. *Agric. Sys.*, **38**: 149-173.
29. LESNOFF M., LANCELOT R., 1997. Estimation and impact of the measurement errors for small ruminants demographic data collected during retrospective interview of farmers in Senegal. *Épidémiol. Santé Anim.*, **31-32**: 02.15.1-02.15.3.
30. LHOSTE P., 1986. L'association agriculture-élevage. Evolution du système agropastoral du Siné-Saloum (Sénégal). Thèse doct. Ingénieur Sci. agron., Ina, Paris - Grignon, France, 314 p.
31. LO M., 1991. Résultats du suivi zootechnique au Projet de développement de l'élevage ovin. Dakar, Sénégal, Lner, 98 p.
32. MARCHAL V., 1997. Analyses des performances pondérales des bovins allaitants en Province Nord de Nouvelle Calédonie (Mandat de gestion Nouvelle Calédonie). Pouembout, Nouvelle Calédonie, Cirad, 40 p.
33. MARCHAL V., 1997. Analyses des performances pondérales des bovins allaitants en Province Nord de Nouvelle Calédonie. Première partie : les poids à âges types (Mandat de gestion Nouvelle-Calédonie). Pouembout, Nouvelle Calédonie, Cirad, 48 p.
34. MATTHEWMAN R.W., 1980. Small ruminant production in the humid tropical zone of southern Nigeria. *Trop. Anim. Health Prod.*, **12**: 234-342.
35. MOULIN C.H., 1993. Performances animales et pratiques d'élevage en Afrique sahélienne. La diversité du fonctionnement des troupeaux de petits ruminants dans la Communauté rurale de Ndiagne (Sénégal). Thèse doct. Ingénieur Sci. agron., Ina, Paris - Grignon, France, 259 p.
36. MOULIN C.H., FAUGERE O., FAUGERE B., 1994. L'élevage traditionnel des petits ruminants au Sénégal. III. Pratiques de conduite et d'exploitation des animaux chez les éleveurs de la communauté rurale de Kaymor (Siné-Saloum, Sénégal). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **47** : 223-234.
37. NDIAYE M., AKAKPO J.A., PANGUI L.J., 1994. Reproduction losses, chlamydiosis, toxoplasmosis and brucellosis in extensive traditional guinean flocks in Senegal. *Kenya Vet.*, **18**: 135.
38. NGERE L.O., MBAP S., 1982. Aspects of reproduction in West African Dwarf goats. *Trop. Anim. Health Prod.*, **14**: 61.
39. OPPONG E.N.W., YEBUAH N.M.N., 1981. Some production traits of the West African Dwarf goat. *Trop. Anim. Health Prod.*, **13**: 208-212.
40. OSUAGWUH A.I.A., AKPOKODJE J.U., 1981. West African Dwarf (Fouta djallon) goat. 1. Causes of early mortality. *Int. Goat Sheep Res.*, **1**: 303-309.
41. PHARO H.J., SOPIAN M.J., KAMARUDDIN M., HASSAN M.A.A., CHEAH P.F., CHOO T.W., 1990. Progress in the use of computerised recording systems in dairy cow monitoring and extension in Malaysia. *Trop. Anim. Health Prod.*, **22**: 77-88.
42. POIVEY J.P., SEITZ J.L., LANDAIS E., 1981. Finalités et aspects méthodologiques d'un système informatisé de suivi individuel des animaux dans les élevages bovins villageois du Nord de la Côte d'Ivoire. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **34** : 199-210.
43. ROMBAUT D., VLAENDEREN G. VAN, 1976. Le mouton Djallonké en Côte d'Ivoire en milieu villageois : comportement et alimentation. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **29** : 157-172.
44. ROWLANDS G.J., 1983. Data standards for computer systems in livestock recording for dairy herd management. *Livest. Prod. Sci.*, **10**: 419-429.

45. SALAMI I., 1990. Détermination de l'âge des petits ruminants par l'examen de la dentition. Elaboration et utilisation des grilles d'évaluation au Sénégal. Thèse doct. vét., EISMV, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal, 113 p.
46. STONE D.J.W., THRUSFIELD M.V., 1989. A small animal clinical and epidemiological relational database. *Prev. vet. Med.*, **7**: 289-302.
47. SULPICE P., LESCOURRET F., CALAVAS D., BUGNARD F., FAYE B., 1994. La gestion de l'information dans les enquêtes d'épidémiologie animale. *Epidémiol. Santé Anim.*, **25**: 113-132.
48. TARDIEU H., ROCHFELD A., COLETTI R., 1983. La méthode Merise, tome I. Principes et outils. Paris, France, Edition d'organisation, 285 p.
49. TILLARD E., MOULIN C.-H., FAUGERE O., FAUGERE B., 1997. Le suivi individuel des petits ruminants au Sénégal : un mode d'étude des troupeaux en milieu villageois. *Inra Prod. Anim.*, **10**: 67-78.
50. TOURRAND J.-F., 1993. L'élevage dans la révolution agricole au Waalo : ruptures et continuité. Thèse doct. d'état, Université Paris XII, Créteil, France, 416 p.
51. TOURRAND J.-F., LANDAIS E., 1996. Productivité des caprins dans les systèmes de production agricole du Delta du fleuve Sénégal. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **49**: 168-173.
52. UDOMPRASERT P., WILLIAMSON N.B., 1990. The DairyChamp program: a computerised recording system for dairy herds. *Vet. Rec.*, (127): 256-262.
53. VINCENT J.P., ANGIBAULT J.M., BIDEAU E., GAILLARD J.M., 1994. Le problème de la détermination de l'âge : une source d'erreur négligée dans le calcul des tables de vie transversales. *Mammalia*, **58**: 293-299.
54. WILSON R.T., 1976. Studies on the livestock of southern Darfur, Sudan. III. Production traits in sheep. *Trop. Anim. Health Prod.*, **8**: 103-114.
55. WILSON R.T., 1976. Studies on the livestock of southern Darfur, Sudan. IV. Production traits in goats. *Trop. Anim. Health Prod.*, **8**: 221-232.
56. WILSON R.T., 1980. Population and production parameters of sheep under traditional management in semi-arid areas of Africa. *Trop. Anim. Health Prod.*, **12**: 243-250.
57. WILSON R.T., 1983. Livestock production in Central Mali. The Macina wool sheep of the Niger inundation zone. *Trop. Anim. Health Prod.*, **15**: 17-31.
58. WILSON R.T., 1983. Studies on the livestock of southern Darfur, Sudan. VIII. A comparison of productivity indices for goats and sheep. *Trop. Anim. Health Prod.*, **15**: 63-68.
59. WILSON R.T., DURKIN J.W., 1983. Livestock production in central Mali: weight at first conception and ages at first and second parturitions in traditionally managed goats and sheep. *J. Agric. Sci. Camb.*, **100**: 625-628.

Reçu le 15.4.98, accepté le 17.8.98

## Summary

**Lancelot R., Faye B., Juanès X., Ndiaye M., Pérochon L., Tillard E.** The Baobab database: a tool for modeling small ruminants production and health in traditional farming systems in Senegal

A relational database called Baobab was set up in order to facilitate data summarizing and modeling on small ruminants production and health in smallholding farms. It compiles data collected in four sites during a farm monitoring period of 15 years using Panurge information system. The sites were representative of the main agroecological areas in sheep and goat husbandry. Specific animal data were related to demography, weight increase and health. Other data were recorded at the herd level and concerned farming practices and disease control collective measures. The conceptual data model (cdm) was designed according to the Merise entity-relationship method. The database structure derived from the cdm. Panurge data were imported into Baobab using checking computer programs. Baobab covers 79,000 surveyed animals, includes 28 tables and takes 50 megabytes. A new application was set up from cdm. It will facilitate entering and use of data issued from individual animal monitoring in settled or transhumant herds. Baobab many applications can be presented along two main lines: 1) reference and summed-up data production that are useful to farmers' organizations, development projects and help compare countries or agroecological areas among themselves; 2) animal production modeling at the individual level (genetics, epidemiology) or the herd level (population dynamics, decision-making tool).

**Key words:** Sheep - Goat - Database - Information system - Model - Productivity - Animal health - Senegal.

## Resumen

**Lancelot R., Faye B., Juanès X., Ndiaye M., Pérochon L., Tillard E.** Base de datos Baobab: un instrumento para realizar modelos de la producción y de salud de los pequeños rumiantes en los sistemas de crianza tradicionales de Senegal

La base de datos relacionales Baobab se construyó para facilitar el trabajo de síntesis y de modelización sobre la producción y la salud de los pequeños rumiantes en crianza sedentaria tradicional en Senegal. Reune los datos recolectados en cuatro sitios representativos de las principales zonas agro ecológicas de crianza ovina y caprina, durante 15 años de seguimiento de los establecimientos, utilizando el sistema de información Panurge. Los datos individuales son relativos a la demografía, al crecimiento ponderal y a la salud. Los datos sobre las prácticas de manejo y las profilaxis colectivas fueron recolectados a nivel del hato. El modelo conceptual de datos (Mcd) se elaboró según el método entidad-relación Merise. La estructura de la base de datos se dedujo del Mcd. Los datos fueron importados luego a Panurge, en la nueva base de datos, gracias a programas con procedimientos correctivos y de control. Baobab posee 28 tablas y ocupa un espacio de disco de alrededor 50 Mo para 79 000 animales censados. Se derivó una nueva aplicación del Mcd. Esta facilitará la extracción y el análisis de los datos provenientes de seguimientos zootécnicos individuales, en sistemas sedentarios o trashumantes. Las perspectivas de utilización de Baobab son numerosas y se orientan según dos ejes principales: 1) la producción de referencias y síntesis utilizables por las organizaciones de productores y los proyectos de desarrollo, permitiendo la comparación entre el país y las zonas agro ecológicas; 2) la modelización de la producción animal a nivel individual (genética, epidemiológica) o del hato (dinámica de la población, ayuda en la toma de decisiones).

**Palabras clave:** Ovino - Caprino - Base de datos - Sistema de información - Modelo - Productividad - Sanidad animal - Senegal.

# A typology of camel farming systems in Bikaner and Jaisalmer districts of Rajasthan, India

G. Laval<sup>1</sup> N.D. Khanna<sup>2</sup> B. Faye<sup>1\*</sup>

## Key words

Camel - Dromedary - Animal husbandry method - Classification - Rajasthan - India.

## Summary

One hundred ninety-six camel owners of Bikaner and Jaisalmer districts in Rajasthan were investigated in 23 villages connected by metalled roads from July to September 1997. Questions about camel management and utilization were asked. Discriminatory parameters and methods were identified while running multivariate analysis with SPAD 3® software. They were assigned to defined classes to carry out a typology of camel farming systems. Five classes related to camel owners' activities and revenues were identified: 1) wealthy farmers (47%); 2) modest farmers (25%); 3) rearing activities predominating (19%); 4) very large families (6%); 5) poor landless breeders (3%). Four classes related to herd structure were defined: 1) medium-size camel herds (40%); 2) large herds of various species (28%); 3) single male camel herds (27%); 4) she-camel herds (5%). Six classes related to camel rearing objectives were revealed: 1) cart used for both business and farm (32%); 2) cart used for farm only (19%); 3) camel trade (19%); 4) ploughing and/or under-used camels (13%); 5) multipurpose camels (11%); 6) income from trade first and cart second (6%). Four classes related to nutritional management and health status were identified: 1) grazing around a village associated to stall feeding (39%); 2) stall feeding only (38%); 3) poor animal health status associated to migration (15%); 4) good health status associated to migration (8%). An overall typology was then defined from the previous four typologies. Nine classes were depicted, four of which represented 75% of camel owners and six were related to specific districts and/or areas.

## INTRODUCTION

The camel uses various adaptive mechanisms for life in the desert. In the dry land ecosystem camel rearing is regarded as a fairly constant resource for sustenance. The camel has a great importance in the local, social culture of the societies inhabiting the dry lands. Marketing of camels is an important trade in India where it is also used as a draft animal. Consequently, Khanna and Rai suggested that camels used as draft animals be encouraged in arid regions (6). Camel power for farming use is more economical than a pair of bullocks, and the burden camel energy is not only cost effective but also profitable.

With about 6.8% of the world camel population, India ranks third after Somalia and Sudan (2). The Indian camel population was 1.078 million in 1982 (7) and is mostly confined to the northwestern parts of the country. Rajasthan State has the highest camel population (70.13% of the Indian camel population in 1982) followed by Haryana, Gujarat and Punjab. In 1982 a total of 59,000 and 52,000 camels were recorded in Bikaner and Jaisalmer districts of Rajasthan, respectively (7).

Aspects of camel pastoral systems have been studied by NRCC (National Research Centre on Camel, Bikaner, India) for many years regarding utilization patterns, traditional management, organization of pastoral societies and indigenous camel health knowledge (5). Köhler-Rollefson focused on Raikas breeders of Rajasthan (8). This article presents a typology of camel farming systems in Rajasthan. Similar methodology and survey were conducted on camel breeders of Laayoune district in Morocco by Michel *et al.* (11). This typology analysis completes a first basic analysis undertaken with the same data (9).

1. Cirad-emvt, Campus international de Baillarguet, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1, France

2. Director, National Research Centre on Camel, Bikaner, Rajasthan 334 001, India

\* Corresponding author

Tel.: +33 (0)4 67 59 37 03; Fax: +33 (0)4 67 59 37 96  
Email: faye@cirad.f

## ■ MATERIALS AND METHODS

### Data collection

A bench mark survey of camel keeping was conducted in Bikaner and Jaisalmer districts of Rajasthan from July to September 1997. A total of 196 camel owners was interviewed, 132 and 54 from Bikaner and Jaisalmer districts, respectively. Seventeen villages were investigated in Bikaner district, an additional six in Jaisalmer district. Eleven villages of both districts were in an irrigated area and 12 villages in a non-irrigated area. The location of the investigated villages is shown in figure 1. The villages were connected by metalled road. Data about camel management were collected from 1427 and 1021 camels in Bikaner and Jaisalmer districts, respectively.

An eight-page data form was filled out for each camel owner. The interview length was approximately 20 min per farmer, ranging from 15 to 90 min. Each form was divided into five main parts. The first part inquired into the camel owner: his social status, agricultural activities and revenues. The shepherd's pattern was also questioned. The second part was concerned with camel herd composition and also other domestic herbivores. The third part investigated into camel production, taking into consideration questions on trade, carting and draft use. The fourth part was concerned with nutrition and grazing management, the last part with camel health status. NRCC provided technical and vehicle facilities.

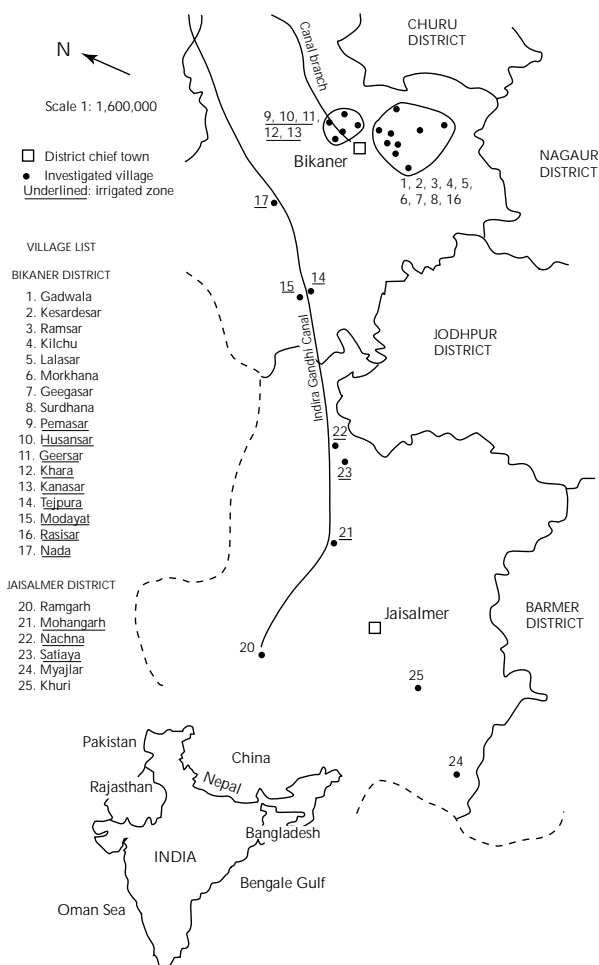


Figure 1: Location of investigated villages in Bikaner and Jaisalmer districts of Rajasthan.

### Data analysis

A typology of camel farming systems was set up from the collected data. It took into account the three elements of a farming system, i.e., the farmer (social status, activities, income), the herd (composition, performance) and the resources/environmental conditions (3, 10). The analysis was run with the multivariate analysis software package SPAD 3® (1). A total of 85 parameters was identified. Most of them were converted into many data (also called modality), so that MCA (multiple correspondence analysis) could be run, followed by a cluster analysis, when similar farming systems could be assembled in the same group. To make the overall evaluation easier four analyses corresponding to four specified topics were conducted separately. The first one was concerned with farmers' activities and revenues, the second with camel and other animals herd composition, the third with camel rearing objectives and the last with camel nutrition and health. Eventually the four analyses were combined to identify the types of farming systems.

Several parameters were selected to run the analysis for each topic. SPAD 3® could identify the most discriminatory among the parameters and to assign camel owners to specific types. Modalities of the discriminatory parameters were then used to characterize each type. In table I are presented the discriminatory parameters (= variables) in order of significance after analysis of each of the four typologies. The parameters are presented with their various related modalities and the number of farmers concerned for each of them.

Other parameters (= variables) were analyzed but were of lesser significance.

## ■ RESULTS

### Four typologies corresponding to four specified topics

Figure 2 shows the results of the cluster analysis for four homogeneous groups of data taken separately. Within each typology several types were identified and named. Their distribution among the farmers is represented with percentages. Their characteristics were described using the most discriminant modalities that were classified in order of relative contribution within each type.

The cluster analysis allows to identify five groups of farmers (or types) for the typology of camel owners' activities and revenues, four groups for the typology of herd structure, six groups for the typology of camel rearing objectives and four groups for the typology of nutritional management and health status as described in figure 2.

### Overall typology

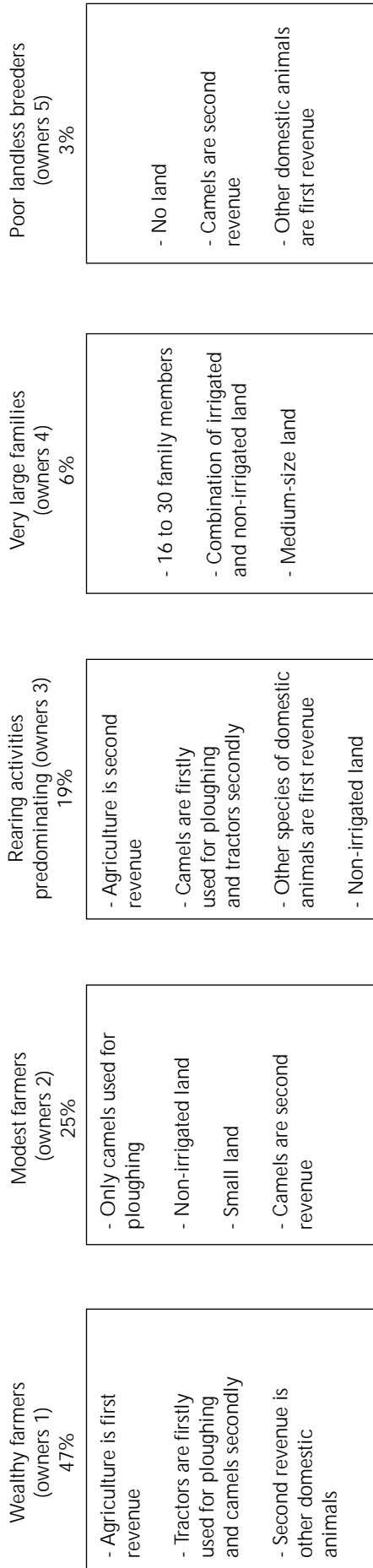
To carry out an overall analysis the four previous typologies were combined. Each of them was considered as one parameter with several modalities corresponding to the types. "Camel rearing objectives" was found to be the most discriminatory parameter followed by "owners' activities and revenues," "herd structure" and finally "nutritional management and health status." Nine types of similar farming systems were drawn from the analysis (table II).



**Table I**  
Discriminatory parameters and their modalities

Typology	Parameters	Modalities with number of farmers concerned (out of 196 farmers interviewed)
Activities and revenues	1. Irrigation of the land	No land: 6; irrigated: 32; non-irrigated: 124; mixed land: 34
	2. Tool used for ploughing	No ploughing: 5; camel only: 34; camel first and tractor second: 25; tractor first and camel second: 122; tractor only: 10
	3. Land area	No land: 6; small: 84; medium-size: 82; large: 24
	4. Family size	Small family: 44; medium-size: 106; large: 34; very large: 12
	5. Second revenue	Agriculture: 29; camels: 59; other animals: 97; none or not known: 11
Herd structure	1. Sex of camels	Only male(s): 52; only female(s): 16; more (or equal number of) males: 42; more females: 86
	2. Proportion of mature females	Less than 30%: 83; 30 to 39%: 24; 40 to 49%: 18; 50 to 59%: 42; 60 to 69%: 14; more than 70%: 15
	3. Number of camels	Single camel: 53; 2 to 4 camels: 49; 5 to 9 camels: 37; 10 to 30 camels: 31; more than 31 camels: 26
	4. Number of small ruminants	None: 34; 1 to 10: 31; 11 to 50: 59; 51 to 200: 46; more than 201: 26
	5. Number of cattle	Less than 2 cattle: 53; 3 to 9: 82; 10 to 20: 40; more than 21: 21
Rearing objectives	1. First benefit from camels	Trade: 59; cart: 86; ploughing service: 16; other: 0; safari: 0; none: 35
	2. Second benefit from camels	Trade: 20; cart: 16; ploughing service: 65; other: 3; safari: 2; none: 90
	3. First objective of camel rearing	Trade: 50; cart: 110; ploughing: 24; pack loading: 5; ride: 2; none: 3; not known: 2
	4. Cart utilization	No cart: 57; cart for business only: 3; business first and farm work second: 38; farm work first and business second: 50; farm only: 37; not known: 11
	5. Second objective of camel rearing	Trade: 17; cart: 21; ploughing: 111; pack loading: 16; ride: 2; none: 23; not known: 6
Nutrition and health	1. Grazing distance from village	Stay at farm: 69; < 20 km: 94; seasonal migration (< 100 km): 7; seas. migr. (> 100 km): 5; prolonged migr. (< 100 km): 16; prol. migr. (> 100 km): 5
	2. Feeding	Pasturelands only: 13; crop byproducts only: 69; additional crop byproducts to working camels: 61; add. crop by-prod. to all camels: 22; to working and weak camels: 9; other than to working camels: 10
	3. Water frequency	Daily: 164; irregularly: 32
	4. Annual mortality (% in a herd over the last year)	None: 137; low (< 10%): 15; average (10-19%): 17; high (20-50%): 8; not known: 9
	5. Mange occurrence	None: 107; high (< 50%): 24; very high (< 50-100%): 50; not known: 15

### TPOLOGY 1 : Camel owners' activities and revenues



### TPOLOGY 2 : Herd structure

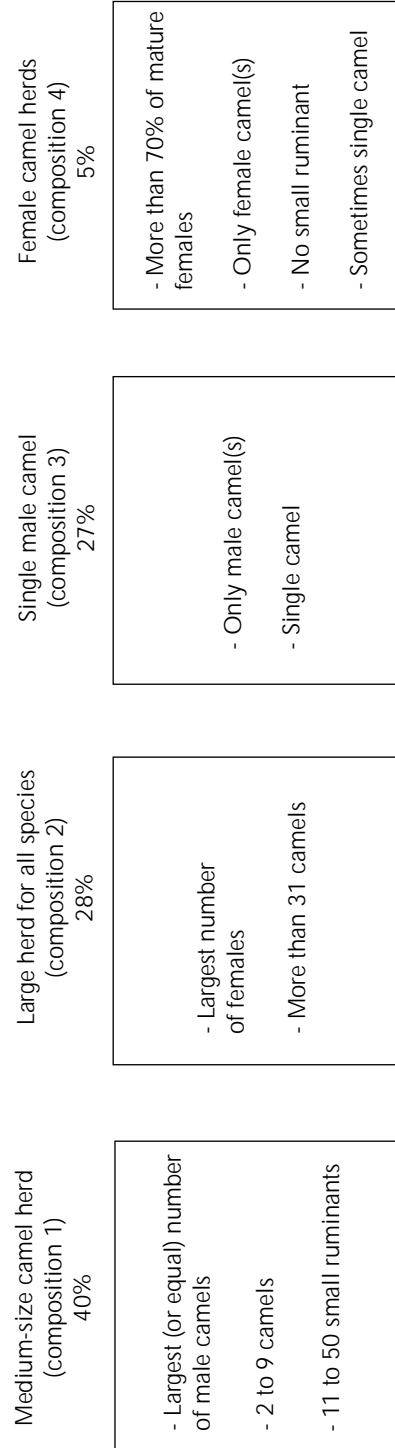
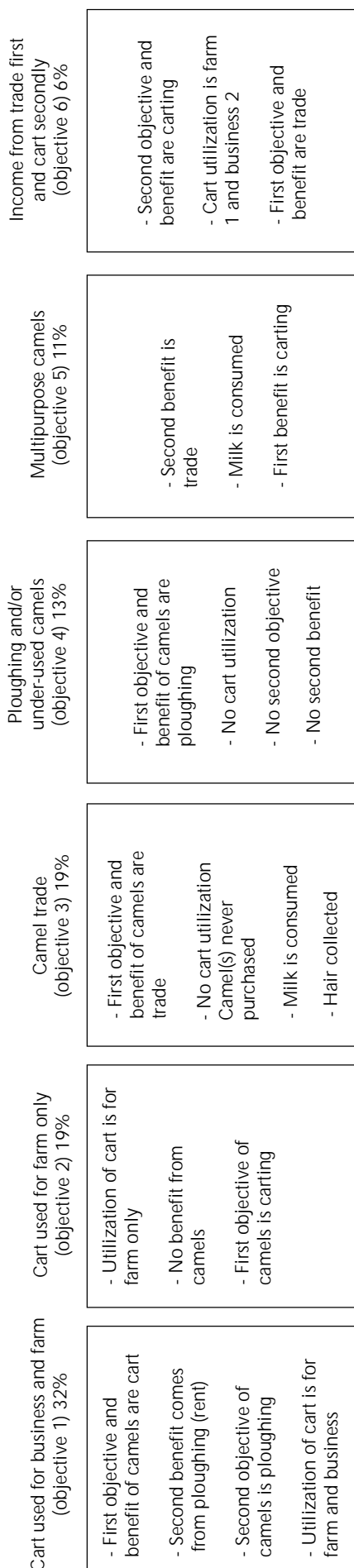


Figure 2: Description of four specified typologies concerning camel farming systems (part 1).

### TYPOLOGY 3: Camel rearing objectives



### TYPOLOGY 4: Nutritional management and health status

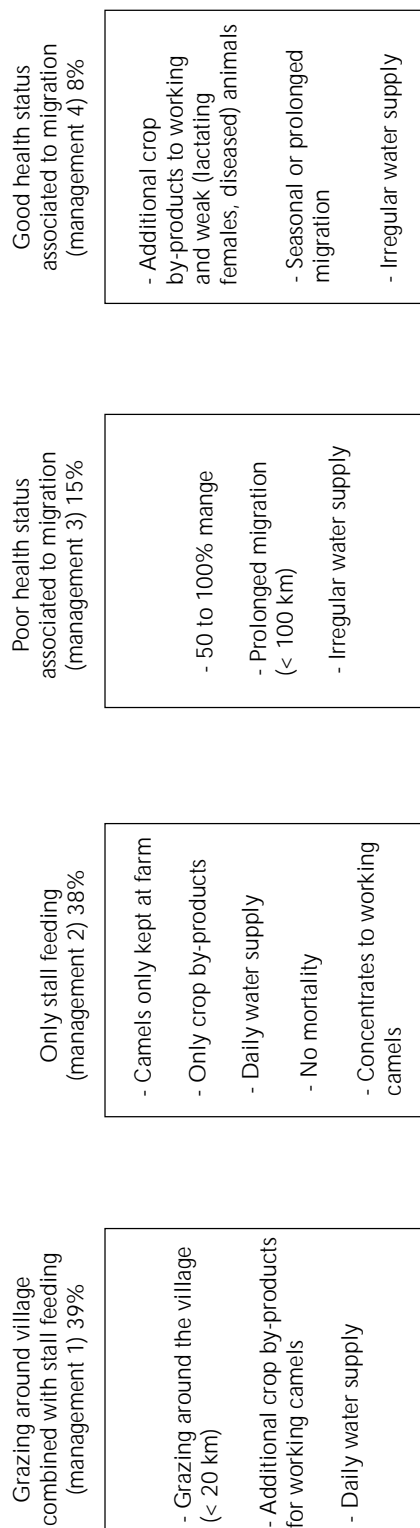


Figure 2: Description of four specified typologies concerning camel farming systems (part II).

Table II  
Overall typology

Types	Distribution (%)	Characteristics *	Proportion of the modality in each cluster, i.e., type (%)
Type 1	29.1	<b>Cart used for business and farm (obj1)<sup>1</sup></b> Only stall feeding (mgt2) <sup>2</sup> Wealthy farmers (own1) <sup>3</sup> Single male camel (com3) <sup>4</sup> Middle-size camel herds (com1)	98 65 72 50 50
Type 2	21.9	<b>Camel trade (obj3)</b> <b>Multipurpose camels (obj5)</b> Large herds of various species (com2) Poor health status associated to migration (mgt3) Rearing activity predominating (own3) Grazing around village combined with stall feeding (mgt1)	61 33 58 36 42 64
Type 3	13.3	<b>Cart used for farm only (obj2)</b> Only stall feeding (mgt2) Wealthy farmers (own1) Single male camel (com3)	100 69 73 50
Type 4	11.2	<b>Camel used for ploughing or under-utilized (obj4)</b> Modest farmers (own2) Grazing around village combined with stall feeding (own1) Medium-size camel herds (com1)	100 55 65 55
Type 5	6.6	<b>Good health status associated to migration (mgt4)</b> Large herds of various species (com2) Rearing activities predominating (own3) Camel trade (obj3) Multipurpose camels (obj5)	100 90 70 40 30
Type 6	6.1	<b>Income from trade first and cart second (obj6)</b> Large herds of various species (com2) Poor health status associated to migration (mgt3) Very large families (own4)	100 80 70 30
Type 7	4.6	<b>Female camel herds (com4)</b> Wealthy farmers (own1) Cart used for farm only (obj2) Ploughing and/or under-utilized camels	100 78 44 33
Type 8	4.1	<b>Very large families (own4)</b> Single male camel (com3)	100 50
Type 9	3.1	<b>Poor landless breeders (own5)</b> Camel trade (obj3) Poor health status associated to migration (mgt3)	100 67 50

\* The most discriminant characteristics are written in bold characters

1. Objective; 2. Management; 3. Owner; 4. Composition

## DISCUSSION

If a farming system is usually described as the interactions between a farmer, a herd and its resources and environmental conditions (10), it appears that in the multivariate analysis using MCA the most structural data are predominant in the typology analysis. So it is better to proceed with two steps and analyze separately the homogeneous groups of variables before overall analysis to balance the role of each group (11).

The present investigation was undertaken in the rural villages connected by metalled roads near the canal and bigger cities of the Thar desert. This study will reflect the future fate of camel keeping when almost all areas of the dry land are served with all-weather roads, and enjoy the effects of socioeconomic development plans of the Government of India. The role of the camel as a domestic animal is undergoing fundamental changes as subsistence pastoralism shifts toward sedentary market oriented systems (9). Thus, many farmers keep single or few camels for farm work such as ploughing and cart pulling, whereas large herds are declining due to the use of grazing lands for cultivation (8).

One must be aware of the unfair sampling strategy of the survey. Type proportions within the various typologies do not reflect the reality. Indeed, a great number of large herd breeders were deliberately interviewed to involve a large sample of each type in the survey. It became apparent in the field that large herd owners were not as many as described in this paper. Accordingly, the results of the present study do not respect the actual distribution of the various types especially concerning herd composition typology.

The focus should be on the typology of camel rearing objectives which is relevant to the situation of camel husbandry in that Rajasthan area. However, the type distribution should not be considered because of the sampling issue. The three other typologies can bring further information, whereas the overall typology can identify clearly four types (1-4), including 75% of the farmers and five secondary types, under-represented and difficult to analyze. Further investigation will be necessary to better identify and characterize these subtypes in order for instance to propose target-oriented development strategies.

Types 1, 3 and 7 were more common in Bikaner than in Jaisalmer district. Types 2 and 9 were more common in Jaisalmer district, whereas type 5 was highly related to Jaisalmer district. Types 1 and 3 were also mostly found in irrigated areas, whereas type 2 was highly related to non-irrigated areas. Type 4 was more common in Bikaner district and in non-irrigated areas. All these results agreed with the preliminary analysis (9), which favors a pertinent typology analysis.

The typology of nutritional management and health status can bring information of interest. Breeders conducting migrations were divided into two distinct types (types 3 and 4): One type showed a poor health status and the other a better one. Different nutrition management could be the reason. Indeed, it appears that a large proportion of type 4 breeders (good health status associated to migration) gave crop byproducts to working and also to weak animals (i.e., lactating females, young and diseased animals). Moreover, several herds collectively supervised by the same shepherd, possibly because of time and budget constraints, could be related to animal care deficiency and poor health status (type 3).

Higher mange morbidity was found in migrating herds, which were also the larger ones. This could be explained by poor nutrition and weakness associated with a multitude of contacts between animals. If migration patterns are kept, the mange issue becomes essential: improvement and spread of treatment become necessary. Better calf care associated with better nutritional management could help as well. For development perspectives the elimination of migration and extensive rearing could improve many issues directly related to them. The encroachment of irrigated and cultivated zones on pastureland zones is a good reason to investigate into alternate methods of large scale rearing for trade. Therefore, research into improvement of reproductive parameters as conducted at the National Research Centre on Camel of Bikaner (Rajasthan) is necessary. Modern facilities like artificial insemination and embryo transfer technology must be considered seriously, as well as selection of breeds with good reproductive performances. Prophylactic methods must be set up for parasitic diseases. Intensive nutrition management with an optimal use of crop byproducts and concentrates should also take the step on the traditional one. Special care should be given to calves and adults during early lactation and the mating season so that fertility parameters might be improved. The large herd owners, whose main activity was breeding and who lived for the most part in non-irrigated zones, should be handled first since they

are more concerned about camel issues through trade and should be more motivated. Then they could show the way to others. Camel breeding is still the only means to use the driest and non-irrigated zones of Rajasthan. It should be properly considered by development decision-makers.

## ■ CONCLUSION

The main objective of camel rearing in Rajasthan is obviously animal power for pulling a cart or ploughing (12). Various types of draft objectives appeared in the survey. The area where farmers dwell needs to be recognized. In non-irrigated zones camels were widely used for ploughing, but were frequently under-used. In irrigated zones camels were used for carting and for ploughing but as a second choice after tractors. Many farmers used camels for business and earned revenues from cart services. For development perspectives various aspects can be drawn from the survey results:

- In the poor and non-irrigated areas camel owning equals subsistence rearing. Development strategies should focus on bringing the optimal output from the animals;

- In irrigated zones the future of the camel is uncertain. Some farmers fully use their animals for farm work and for business, whereas others use them for farm work only. Most of them prefer tractors for ploughing. The use of animal power may decrease and mechanization may become preponderant like in more developed states in India such as Punjab, where development has already deeply taken place. If animal power is to be preserved draft performance and nutrition management should be improved since stall-feeding is the usual practice for working animals.

The camel market should be organized keeping in mind that some breeders will supply the farmers' demand for draft animals.

Compared to camel farming systems in other geographical zones such as Morocco (11), Indian camel husbandry is deeply characterized by the use of animal power and small-size herds. Agricultural activities are very relevant in Rajasthan, especially in the newly irrigated zones. Nobody can forecast the future of camel husbandry in a socio-economically developing State such as Rajasthan.

## Acknowledgments

This study was supported financially by Cirad-ucec (unité de coordination de l'élevage camelin) and by AFP (Association française de pastoralisme). The authors are thankful to Dr. S.N. Tandon, Senior Scientist, for his large contribution to the field work. The technical assistance provided by Shri Sahi Ram Chahar, Research Associate, and by Shri Rameshwal Lal Vyas, Laboratory Assistant, NRCC, Bikaner, is duly acknowledged. The authors also thank Drs. M.S. Sahani, Principal Scientist, S. Vyas, UK Bissa and N. Sharma for their contribution to this investigation, and the camel owners for providing information on camel management systems. Finally, the authors are deeply grateful to NRCC and to ICAR (Indian Council of Agricultural Research) for their contribution.

## REFERENCES

1. CISIA, 1996. SPAD®, version 3. Saint-Mandé, France, CISIA (Centre international de statistique et d'information appliquées).
2. FAO, 1994. Production year book. Rome, Italy, FAO.
3. FAYE B., WALTNER-TOEWLS D., McDERMOTT J., 1997. From "ecopathology" to "agroecosystem health". *Epidémiol. Santé Anim.*, n° spécial : 31-32.

4. KHANNA N.D., 1996. Annual report 1995-96. Bikaner, India, NRCC (ICAR), p. 1-80. (No. 1995/96)
5. KHANNA N.D., BISSA U.K., 1997. Indian camel pastoral production system and its indigenous knowledge. *Indian Farming*, **47**: 28-31.
6. KHANNA N.D., RAI A.K., 1994. In arid regions use of camel as draft animal should be encouraged. *Indian Farming*, **44**: 23-27.
7. KHANNA N.D., RAI A.K., TANDON S.N., 1990. Population trends and distribution of camel population of India. *Indian J. Anim. Sci.*, **60**: 331-337.
8. KÖHLER-ROLLEFSON, 1992. The Raika dromedary breeders of Rajasthan: a pastoral system in crisis. *Nomadic People*, **30**: 74-83.
9. LAVAL G., TANDON S.N., KHANNA N.D., 1998. Bench mark survey of camel keeping in Bikaner and Jaisalmer districts of Rajasthan. *Indian J.*

*Anim. Sci.* (in press)

10. LHOSTE PH., DOLLE V., ROUSSEAU J., SOLTNER D., 1993. Zootechnie des régions chaudes : les systèmes d'élevage. Paris, France, Ministère de la coopération, 288 p. (Coll. Manuels et précis d'élevage)
11. MICHEL J.F., BENGOUNI M., BONNET P., HIDANE K., ZRO K., FAYE B., 1997. Typologie des systèmes de production camelins dans la province de Laâyoune au Maroc. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **50** : 313-323.
12. SALEY M., 1993. Survey of draught camel for carting in an Indian desert town Bikaner and investigations on draught performance of Bikaneri camel. Bikaner, India, NRCC, 66 p.

Reçu le 20.1.98, accepté le 11.6.98

## Résumé

**Laval G., Khanna N.D., Faye B.** Une typologie des systèmes d'élevage camelin dans les districts de Bikaner et de Jaisalmer au Rajasthan, Inde

Cent quatre-vingt-seize chameliers ont été interrogés dans 23 villages accessibles par route dans les districts de Bikaner et de Jaisalmer au Rajasthan de juillet à septembre 1997. Les questions ont concerné la gestion de l'élevage camelin et l'utilisation des animaux. Les méthodes et les paramètres discriminants ont été identifiés par des analyses multivariées classiques utilisant le logiciel SPAD 3® et assignés à des classes déterminées en vue de réaliser une typologie des systèmes d'élevage. Cinq classes d'activités et de revenus des propriétaires de dromadaire ont été identifiées : fermiers riches (47 p. 100), fermiers modestes (25 p. 100), activités d'élevage prépondérante (19 p. 100), grandes familles (6 p. 100) et éleveurs pauvres sans terre (3 p. 100). Quatre classes de structure des troupeaux ont été déterminées : troupeaux de taille moyenne (40 p. 100), grands troupeaux pluri-espèces (28 p. 100), troupeaux mâles uniquement (27 p. 100) et troupeaux femelles uniquement (5 p. 100). Six classes d'objectifs ont été observées : charrette pour la ferme et la location (32 p. 100), charrette à usage fermier uniquement (19 p. 100), commerce des chameaux (19 p. 100), chameaux destinés aux travaux de labour et/ou sous-utilisés (13 p. 100), chameaux pour multi-usage (11 p. 100), revenus provenant d'abord du commerce des chameaux et secondairement de la charrette (6 p. 100). Quatre classes de niveau nutritionnel et de statut sanitaire ont été identifiées : pâturage autour du village associé à l'alimentation en stabulation (39 p. 100), alimentation en stabulation uniquement (38 p. 100), mauvais statut sanitaire associé à une migration (15 p. 100) et bon statut sanitaire associé à une migration (8 p. 100). Une typologie globale a été définie à partir de ces quatre typologies de base. Neuf classes ont été décrites dont quatre représentaient 75 p. 100 des chameliers et six étaient spécifiques de certains districts ou de certaines zones.

**Mots-clés** : Chameau - Dromadaire - Méthode d'élevage - Classification - Rajasthan - Inde.

## Resumen

**Laval G., Khanna N.D., Faye B.** Tipología de los sistemas de crianza de camélidos en los distritos de Bikaner y Jaisalmer en Rajasthan, India

Se investigaron 196 dueños de camellos en los distritos de Bikaner y Jaisalmer, en 23 pueblos comunicados por ferrocarriles, entre julio y setiembre 1997. Se hicieron preguntas sobre el manejo y la utilización de los camélidos. Se identificaron métodos y parámetros discriminatorios, al tiempo que se corrió un análisis multivariado con el programa SPAD 3®. Se definieron clases para llevar a cabo la tipología de los sistemas de crianza de los camellos. Se identificaron cinco clases relacionadas con las actividades y los ingresos de los dueños de camellos: 1) finqueros ricos (47%); 2) finqueros modestos (25%); 3) predominio de actividades de crianza (19%); 4) familias numerosas (6%); 5) criadores pobres sin tierra (3%). Se definieron cuatro clases en relación con la estructura del hato: 1) hatos medianos de camellos (40%); 2) hatos grandes de varias especies (28%); 3) hatos únicamente de camellos machos (27%); 4) hatos únicamente de camellos hembras (5%). Se designaron seis clases relacionadas con los objetivos de crianza del camello: 1) tiro utilizado tanto para negocio como para la finca (32%); 2) tiro utilizado únicamente para la finca (19%); 3) venta de camellos (19%); 4) camellos sub-utilizados y/o utilizados para arado (13%); 5) camellos de uso múltiple (11%); 6) ingresos principales a partir de la venta y luego de tiro (6%). Se identificaron cuatro clases de acuerdo al manejo nutricional y al estado de salud: 1) pastoreo alrededor de un pueblo en asociación con alimentación en establo (39%); 2) alimentación en establo únicamente (38%); 3) pobre estado de salud animal asociado con migración (15%); 4) buen estado de salud asociado con migración (8%). Seguidamente se definió una tipología a partir de las cuatro tipologías previas. Se desglosaron nueve clases, cuatro de las cuales representaron 75% de los dueños de camellos y seis fueron relacionadas a distritos y/o áreas específicos.

**Palabras clave**: Camello - Dromedario - Método de crianza - Clasificación - Rajasthan - India.

# Performances et conduite des animaux de trait en Afrique sub-saharienne : une synthèse \*

R.A. Pearson <sup>1</sup> E. Vall <sup>2</sup>

## Mots-clés

Bovin - Ane - Cheval - Animal de trait - Evaluation - Aptitude au travail - Performance animale - Conduite d'élevage - Afrique au sud du Sahara.

## Résumé

L'utilisation de l'énergie animale permet, le plus souvent, aux paysans d'Afrique sub-saharienne d'augmenter leur production agricole et d'améliorer leur qualité de vie. L'utilisation efficiente de l'animal de trait dépend d'une bonne maîtrise de ses capacités de travail, des conditions d'élevage et des facteurs qui peuvent influencer ses performances. Ces aspects sont passés en revue dans cet article dans le contexte de l'utilisation de l'énergie animale pour l'agriculture en Afrique sub-saharienne. L'espèce animale utilisée conditionne la quantité d'énergie disponible au niveau du paysan. Les performances des ânes, des chevaux et des bœufs de trait ont été comparées lors d'essais sur les capacités de travail. Les équidés sont plus adaptés à un travail rapide de faible intensité où leur plus grande vitesse de travail est mise à profit. A des intensités de travail plus fortes, où la vitesse est moins importante, le surplus pondéral des bœufs devient plus avantageux. La récupération du rythme cardiaque après le travail constitue une bonne indication de la fatigue et de l'état physique des équidés dans des conditions normalisées d'expérimentation. Bien que les dépenses énergétiques liées au travail soient généralement faibles, la qualité du fourrage peut être si indigente que les animaux se trouvent dans l'incapacité d'en ingérer en quantité suffisante pour couvrir leurs besoins énergétiques lors de travaux et perdent ainsi du poids pendant la saison des travaux. Cependant, après une complémentation alimentaire pendant la saison sèche, des améliorations ne sont pas toujours observées dans les performances au travail et l'aspect économique doit être envisagé pour chaque cas. La disponibilité alimentaire, les maladies et le stress à la chaleur, principales contraintes agissant sur les performances des bœufs et des ânes de trait d'Afrique sub-saharienne, sont discutés.

## ■ INTRODUCTION

Les animaux de trait jouent un rôle important dans la production agricole et le transport en Afrique sub-saharienne. Si dans les grandes exploitations agricoles commerciales africaines l'utilisation de l'énergie animale a été remplacée par les tracteurs, la traction animale demeure une technologie adaptée et d'avenir pour les exploitations de plus petite taille, principalement pour des raisons économiques et agro-écologiques. Les coûts d'acquisition et d'entretien des tracteurs sont élevés dans beaucoup de pays sub-sahariens alors que l'énergie animale est moins chère, localement disponible et d'entretien facile par comparaison à la motorisation.

1. CTVM, University of Edinburgh, Easter Bush, Roslin, Midlothian, EH25 9RG, Scotland, United Kingdom

2. Cirad-emvt, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1, France

\* Cet article est publié conjointement en anglais dans *Tropical animal health and production*

Certaines surfaces cultivables, en particulier les flancs de montagne et les vallées escarpées, ne sont pas accessibles aux tracteurs et ne peuvent être travaillées que grâce à l'énergie animale ou à la main.

La majorité des paysans d'Afrique sub-saharienne pilotent des systèmes de production mixte sur de petites exploitations de dimension inférieure à 4 ha. Pour ces paysans, l'énergie animale offre une alternative à la culture manuelle tant pour les cultures vivrières (céréales dans les zones semi-arides, tubercules et plantains dans les zones humides) que pour les cultures de rente (riz, coton, arachide, café, banane et cacao). L'énergie animale a été introduite en Afrique sub-saharienne le siècle dernier et son utilisation n'a cessé de croître à ce jour (37). Cependant, le labour manuel prédomine toujours. Environ 80 p. 100 de l'énergie agricole utilisée pour le travail du sol est produite manuellement et l'énergie animale ne contribue que dans 15 p. 100 des surfaces cultivées en Afrique sub-saharienne (15, 20). Fall (12) indique qu'il est important de promouvoir l'utilisation de l'énergie animale en Afrique sub-saharienne où la production alimentaire est en déclin dans

plusieurs pays, afin de couvrir une demande croissante en nourriture. L'énergie animale est particulièrement importante dans les milieux semi-arides où le respect du calendrier agricole est essentiel pour la réussite des opérations culturales (12). Les paysans ayant accès à l'énergie animale ont davantage tendance à étendre leurs surfaces cultivées que ceux utilisant les techniques manuelles de labour (16). Bien que cette pratique d'extension induit souvent une baisse des rendements à l'hectare, le revenu global de l'exploitation peut augmenter du fait de l'augmentation des surfaces cultivées.

L'adoption de l'énergie animale dans la production agricole est fréquemment associée à l'utilisation d'autres intrants tels que les semences sélectionnées et les engrais, si bien qu'il est souvent difficile de distinguer ce qui a produit les plus grands effets. Dans les régions cotonnières de l'Afrique de l'Ouest, par exemple, où l'énergie animale a été encouragée par les sociétés cotonnières, la production vivrière a augmenté dans certains cas avec l'introduction de l'énergie animale. La production vivrière a non seulement bénéficié d'un travail du sol plus approprié, mais aussi de l'utilisation des engrais appliqués pour la culture du coton (27).

L'extension des surfaces cultivées à l'aide de l'énergie animale est possible parce qu'elle fait gagner du temps aux paysans pour préparer et pour semer les champs, par rapport aux méthodes manuelles de préparation du sol. Le gain de travail peut être considérable. Par exemple, en comparant des rendements horaires à l'hectare du travail manuel et du travail utilisant l'énergie animale dans la production du riz et du maïs au Nigeria central, on obtient : 315 h/ha pour le riz (labour et hersage) et 65,5 h/ha pour le maïs (billonnage) en travail manuel, contre seulement 94 h/ha pour le riz et 28 h/ha pour le maïs avec des bœufs de trait (24).

Cependant, quand les surfaces cultivées augmentent, l'utilisation de l'énergie animale ne se traduit pas par une réduction de la charge de travail totale sur l'exploitation. Le plus souvent, elle déplace les pointes de travail sur une autre période du calendrier des travaux. En labour manuel, le goulot d'étranglement est souvent la préparation du sol avant les semis. L'utilisation de l'énergie animale fait certes sauter ce goulot, mais il peut être transféré au niveau de la lutte contre les adventices, particulièrement lorsque les surfaces cultivées augmentent de façon notable. Les grandes exigences en travail dans la lutte contre les mauvaises herbes peuvent partiellement être satisfaites par l'utilisation de l'énergie animale pour sarcler entre les rangs. Cela n'est possible que si la culture a été semée en lignes et que si le matériel de sarclage mécanique est disponible sur l'exploitation. La réduction de la durée du travail de sarclage peut être considérable si les animaux sont utilisés entre les rangs avec un ensemble sarcler mécanique. Par exemple, une étude réalisée sur ce sujet en Tanzanie (22) a montré que le temps de travail pour le sarclage du maïs est réduit jusqu'à 80 p. 100 par rapport au sarclage manuel. Cependant, si le sarclage dans les lignes est mauvais, les rendements à la récolte baissent (5 à 3,3 t/ha (22)). Une combinaison du sarclage mécanique et du sarclage manuel à l'intérieur des lignes restaure les rendements à 5 t/ha avec une réduction de travail de 40 p. 100 par rapport au sarclage intégralement manuel.

Pour réussir dans la production agricole, les paysans utilisant l'énergie animale doivent maîtriser les besoins de l'animal aussi bien que ceux de la plante. L'utilisation efficace des animaux de trait dépend d'une bonne compréhension de leurs capacités de travail, de leurs besoins d'élevage et nutritionnels, ainsi que des facteurs pouvant influencer leurs performances. Tous ces aspects sont abordés dans cette synthèse dans le contexte de l'utilisation des animaux de trait dans les systèmes de production vivriers en Afrique sub-saharienne.

## ■ CAPACITES DE TRAVAIL DES DIFFERENTES ESPECES ANIMALES

Le travail (en joules : J) est égal à la force (en newtons : N) multiplié par la distance (en mètres : m) :

$$W (J) = F (N) \cdot d (m)$$

Quand un animal utilise de l'énergie pour tracter un outil ou pour porter une charge sur une certaine distance, il produit un travail. La quantité de travail de traction qu'un animal peut effectuer dépend du déplacement et de la force de traction générée. Pour un effort de traction donné, c'est la vitesse qui détermine la puissance de l'animal, c'est-à-dire la rapidité avec laquelle il effectue le travail. Un grand animal peut supporter une force de traction plus importante qu'un petit, mais quel que soit l'animal, quand la force de traction augmente, la vitesse diminue. Un animal labourant un vertisol lourd (force de traction importante) travaille plus lentement que lorsqu'il tire une charrette bien équilibrée sur une route goudronnée (force de traction faible). Les relations qui existent entre le poids vif, la force de traction, la distance parcourue et la vitesse ont été étudiées en station sur différents animaux de trait dans des essais de performances (7, 36, 43). Ces études ont permis de faire des comparaisons entre les espèces. Par exemple, les forces de traction qui permettent d'obtenir un travail de traction maximal ont été déterminées pour différents animaux et combinaisons d'animaux par Betker et Kutzbach (7). Ils ont étudié les performances au travail d'ânes en attelage individuel au Niger (poids vif : 130-150 kg). Un intervalle de force ( $F_{90}$ ) a été déterminé lorsque le travail atteint au moins 90 p. 100 du potentiel maximal ( $W_{max}$ ) (figure 1). Sur les ânes étudiés, les forces de traction pour lesquelles le travail atteint son maximum se situent entre 130 et 230 N. Quand la force optimale est rapportée au poids vif, elle atteint une moyenne de 12,9 p. 100 du PV. Cette valeur est plus élevée que celles observées sur d'autres combinaisons d'animaux de trait, c'est-à-dire des paires de bœufs, de vaches et des monobœufs (moyenne 12 p. 100 du PV (7)). Le rapport entre le travail maximal et le poids vif était inférieur à celui des bovins montrant que si les ânes ont relativement une force de traction supérieure à celle des bovins, ils sont toutefois moins endurants qu'eux (7). Prasad et coll. (33) ont trouvé des résultats similaires sur des attelages à quatre ânes ou à quatre bœufs au Zimbabwe, mais les ânes étaient attelés par des jougs, ce qui a accéléré l'apparition de la fatigue chez ces animaux. Un attelage de quatre ânes (PV moyen 120 kg) a travaillé à la même vitesse qu'un attelage de quatre bœufs (PV moyen 326 kg) mais n'a effectué que 2 h de travail tandis que les bœufs ont poursuivi leur effort durant 4 h. Dans une étude ultérieure (18), la vitesse de travail de quatre ânes

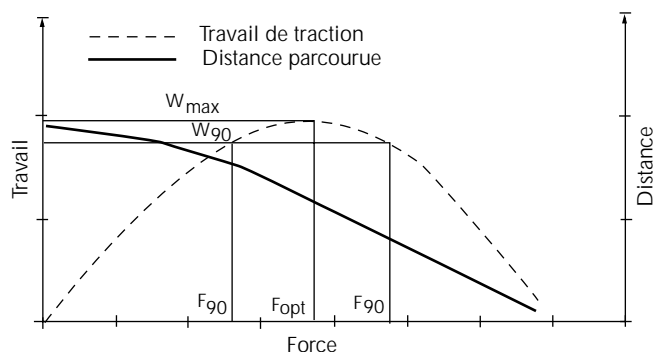


Figure 1 : relations entre la force de traction, la distance parcourue et le travail de traction lorsque les animaux tractent un outil (Betker et Kutzbach, 1991).



(PV moyen : 144 kg) portant des bricoles thoraciques s'est avérée finalement plus faible que celle de quatre bœufs jougués (PV moyen : 367 kg). L'augmentation du nombre d'animaux dans un attelage augmente évidemment sa capacité de traction mais pas suivant un terme constant. Quand le nombre d'animaux augmente, la contribution de chacun d'eux à l'effort de traction devient plus faible.

Au Cameroun, des essais de performance sur des ânes (PV : 100-150 kg), des chevaux (PV : 200-300 kg) et des zébus (PV : 300-450 kg) ont été conduits pour déterminer les forces de traction permettant d'obtenir un travail optimal (43). Cette étude a permis d'établir des tables de vitesse, de durée de travail et de dépense énergétique liée au travail estimé, sur différents intervalles de force de traction et différents poids vifs pour chaque espèce. Le tableau I résume les variations de vitesse et de durée de travail quand on se situe à 95 p. 100 du travail de traction maximum pour les différentes espèces et les différents intervalles de poids vif (43). Les équidés ont tendance à travailler plus rapidement que les bovins. Quand la force de travail augmente, la vitesse et la durée de travail diminuent. Enfin, plus un animal est lourd, plus il montre de l'endurance lors de travaux de traction de fortes intensités.

Les essais de performance en milieu contrôlé permettent d'identifier l'espèce et le type d'animal (gabarit) les mieux appropriés pour effectuer un travail attelé déterminé. Cependant, la plupart des essais en milieu contrôlé sont menés sur des animaux bien dressés et élevés dans des conditions éloignées des conditions paysannes. Manifestement, des animaux moins expérimentés, mal nourris ou malades seront incapables de produire d'aussi bonnes performances. Des conditions de travail défavorables telles que la pression du climat (chaleur et humidité), les harnachements mal adaptés et des conditions de sol mauvaises peuvent toutes réduire le rythme de l'effort et donc affecter la quantité de travail effectuée par jour.

## ■ MESURES DES PERFORMANCES SUR LE TERRAIN

En réalité, le travail produit n'est pas seulement fonction de l'animal, mais il est influencé par l'outil, la profondeur du travail, l'opérateur et les conditions environnementales et éda-phiques. Le tableau II illustre, pour diverses tâches, les variations des performances des animaux de trait obtenues en milieu paysan dans les conditions de l'Afrique sub-saharienne. Les efforts de traction nécessités par les travaux de préparation du sol (labour, billonnage) peuvent atteindre 1 000 N, mais le plus souvent ils varient entre 600-900 N (tableau II). Ceci explique que les bœufs sont généralement les animaux de trait préférés pour le travail de préparation du sol, en particulier pour les sols lourds. Si les ânes doivent être utilisés pour un travail identique, un attelage d'au moins quatre ânes est nécessaire pour obtenir un bon rendement de travail et la possibilité de cultiver une surface raisonnable par jour. Les forces de traction requises par les semis et les sarclages mécaniques sont plus faibles que celles du travail de préparation du sol (souvent pas plus de 270 N pour un semis sur sols sableux (5)). Semis et sarclages peuvent donc être exécutés par un seul bœuf, un seul âne ou un seul cheval. L'avantage des chevaux et des ânes réside dans leurs déplacements plus rapides dans l'ensemble par rapport aux bœufs. De ce fait, lorsque les forces de traction requises sont faibles (cas du transport, du semis et du sarclage sur sols légers sablonneux), les équidés sont sélectionnés comme animaux de traction. Par exemple, en Afrique de l'Ouest (Sénégal, Mali et Niger), le semis direct de l'arachide, du mil et du sorgho à l'aide d'un seul âne ou d'un petit cheval est une pratique très répandue pour permettre de semer rapidement de grandes surfaces en vue d'augmenter les chances de réussite de la culture, sur les sols légers sableux des zones semi-arides où les pluies sont aléatoires.

Tableau I

Vitesse moyenne, puissance et durée du travail attelé d'ânes, de chevaux et de zébus (n = 2) tractant un traîneau à différentes intensités de force de traction, lors d'essais de performances (séances d'essai) au Cameroun (Vall, 1996)

Espèces	Poids vif (kg)	Force de traction (N)	Force de traction (kg % poids vif)	Vitesse (m/s)	Durée (h:min)	Puissance (W)
Anes	100	98	10	0,88	5:46	86
	100	147	15	0,76	3:43	112
	125	147	12	0,83	4:53	122
	125	196	16	0,73	3:22	143
	150	147	10	0,88	5:46	129
	150	245	17	0,72	3:08	176
Chevaux	225	245	11	0,93	6:22	228
	225	343	16	0,90	4:24	309
	250	294	12	0,92	5:57	270
	250	392	16	0,90	4:13	353
	275	294	11	0,93	6:28	273
	275	392	15	0,91	4:49	357
	300	343	12	0,93	6:06	319
	300	441	15	0,90	4:38	397
Bovins	350	343	10	0,78	6:24	268
	350	540	16	0,67	4:17	362
	400	392	10	0,78	6:24	306
	400	589	15	0,68	4:38	401
	450	392	9	0,81	6:39	318
	450	638	15	0,67	4:22	427

Tableau II

Performance de bovins et d'ânes travaillant dans différentes conditions de l'Afrique sub-saharienne

Type d'animal	Nb. dans l'attelage	Poids vif moyen (kg)	Pays	Instruments	Type de harnais	Durée d'une journée de travail (h)	Vitesse (m/sec)	FTM* (N)	FTM (% de poids vif)	Puissance moyenne (W)	Références
Boeufs	4	367	Zimbabwe	Charrue	Joug	3,6	1,0	800	6	800	Hagmann et Prasad, 1994
Anes	4	120	Zimbabwe	Charrue	Collier	2,6	0,86	730	15	586	Hagmann et Prasad, 1994
Boeufs	2	300	Mali	Soc	Joug	4,5	0,74	778	14	591	Bartholomew et coll., 1995
Boeufs	2	300	Mali	Houe	Joug	3,5	0,77	613	12,2	470	Bartholomew et coll., 1995
Boeufs	2	270	Zimbabwe	Charrue	Joug	3	0,88	442	9	428	Ndlovu et coll., 1996
Boeufs	2	400	Niger	Charrue	Joug	-	0,92	978	12	-	Fall et coll., 1997b
Anes	4	164	Zimbabwe	Charrue	Bricole	-	0,62	823	13	510	Nengomasha, 1997
Boeufs	2	280	Zimbabwe	Charrue	Joug	-	0,63	832	15	527	Nengomasha, 1997

\* FTM : force de traction moyenne

## ■ ADAPTATION ET ESTIMATION DE LA FATIGUE DES ANIMAUX AU TRAVAIL

Certains chercheurs ont comparé les performances des animaux de trait sur des périodes successives. Par exemple Fall et coll. (13) et Bartholomew et coll. (4) ont trouvé des vitesses et des rendements de travail journaliers plus importants la seconde semaine de travail, par rapport à la première, du fait d'une adaptation plus poussée des animaux à l'effort retrouvée après la période creuse de la saison sèche. Cette adaptation s'opère malgré les pertes de poids observées pendant cette même période. D'autres tentatives pour déterminer objectivement les effets du travail sur l'animal ont été testées. Upadhyay et Madan (41) ont élaboré un système d'appréciation de la fatigue basé sur l'observation de huit paramètres comportant des critères qualitatifs et quantitatifs. Chaque paramètre est estimé et noté sur 5 et leur somme permet d'attribuer une note totale. Une technique largement acceptée pour apprécier l'adaptation de l'animal à l'effort est la récupération cardiaque après un exercice donné. Cette technique est couramment utilisée chez les athlètes et les chevaux de course. Au Cameroun, elle a été appliquée sur des chevaux et des ânes au travail (43). La fréquence cardiaque chute d'abord rapidement pendant la première minute de repos après l'arrêt du travail, puis décroît plus lentement. La mesure de la fréquence cardiaque trois minutes après le travail s'est avérée un bon indicateur de la récupération cardiaque chez les chevaux et les ânes. Vall (43) propose comme guide approximatif de la bonne récupération des équidés les valeurs suivantes de la fréquence cardiaque maximale trois minutes après le travail : 80 battements/minute dans le cas d'un travail léger d'intensité inférieure à 15 p. 100 PV, et 90 battements/minute dans le cas d'un travail lourd d'intensité supérieure à 15 p. 100 PV (figure 2). Cependant, les variations individuelles de la récupération cardiaque peuvent être considérables et la fréquence cardiaque peut aussi être affectée par le type de travail entrepris (42). Avec le temps, la technique semble être plus utile pour contrôler l'adaptation et le confort individuels des animaux avec une charge de travail normalisée dans chaque essai.

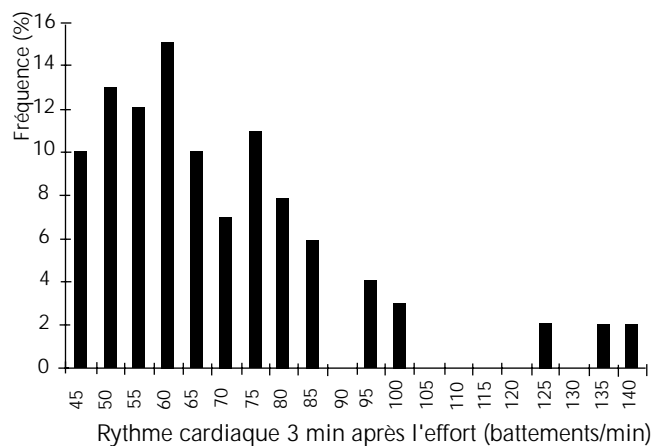


Figure 2 : distribution de la fréquence cardiaque 3 min après l'arrêt de l'effort (en battements par minute) enregistrée sur des chevaux au Cameroun à la suite de séances d'essai menées à une intensité de l'effort équivalente à 10-15 p. 100 PV (Vall, 1996).

## ■ DEPENSE ENERGETIQUE LIEE AU TRAVAIL

La dépense énergétique nette liée au travail est déterminée par la distance parcourue, la charge déplacée et le type de sol sur lequel l'animal évolue. La distance parcourue pendant le travail est influencée par l'opérateur, la tâche entreprise, la durée du travail, les conditions climatiques et la santé de l'animal. Un animal travaillant intensément sur une courte période peut dépenser moins d'énergie que lorsqu'il travaille plus légèrement sur une longue période. Par exemple, un animal attelé à une charrette chargée peut dépenser plus d'énergie qu'un animal effectuant un labour, bien que le labour nécessite une force de traction supérieure, en raison de la plus grande distance parcourue lors du transport. Les dépenses énergétiques liées à la marche, à la traction et au port des charges ont été déterminées pour la plupart des animaux de trait (10, 25, 44). Les dépenses énergétiques de traction et de portage ne varient pas avec la surface sur laquelle les animaux marchent (11, 14), à la différence de la dépense énergétique liée à la marche. Cette dernière peut être multipliée par quatre entre un sol dur et un sol meuble gorgé d'eau (11). Lors d'un labour, l'animal marchant dans la raie peut dépenser jusqu'à 20 p. 100 d'énergie de plus que celui marchant sur le guéret (11). Tous ces facteurs doivent être pris en compte lors de l'estimation de la dépense énergétique journalière d'un animal au travail.

Les dépenses énergétiques journalières liées au travail varient selon les conditions de travail et selon l'animal mais, exprimées comme un multiple des dépenses d'entretien, elles restent relativement faible. Même dans de bonnes conditions d'alimentation et de conduite, les bovins de trait dépensent rarement plus de 1,8 fois la valeur de l'entretien au cours d'une journée de travail (23). Le cheval de trait de grand format est l'animal de trait qui dépense le plus d'énergie pour effectuer un travail. Son gabarit élevé lui confère une capacité de traction importante. Il peut travailler des heures sur une longue période. En contrepartie, l'augmentation de sa dépense énergétique par rapport à l'entretien est élevée : 2,24-2,5 fois l'entretien (32). Les ânes semblent travailler plus efficacement seulement pendant 2-4 h d'affilée. Leur journée de travail peut être augmentée à 4-6 h en les faisant travailler le matin puis l'après-midi. Cette pratique est souvent utilisée par les paysans du Zimbabwe qui, en vue d'optimiser leurs rendements, cherchent à respecter au mieux le calendrier cultural (18).

## ■ SOURCES D'ENERGIE POUR LE TRAVAIL

En Afrique sub-saharienne, le mil, le sorgho, le maïs, le riz, l'arachide et le niébé sont les principales cultures de la saison des pluies et dépendent de la quantité de pluie reçue. Les résidus de ces cultures constituent une partie importante du fourrage disponible pour les animaux de trait. Les pâturages naturels et les talus des routes représentent une autre ressource fourragère pour les animaux de trait. La qualité nutritionnelle de tous ces aliments est souvent très basse (40), particulièrement en fin de saison sèche et au début de la saison des pluies lorsque les animaux effectuent la plupart des travaux. Le travail réduit le temps consacré à la consommation d'aliments tout en augmentant les besoins énergétiques des animaux. Dès lors, l'ingestion de ces aliments de base par les animaux de trait le jour du travail reste insuffisante pour couvrir leurs besoins alimentaires (29, 31). Les animaux de trait perdent généralement du poids pendant la saison des travaux, sauf en cas d'apport d'un complément alimentaire suffisamment riche et facilement assimilable (5, 7).

L'aptitude des animaux de trait à consommer et à digérer les aliments disponibles pendant la saison des travaux est un élément

important dès lors qu'elle permet de minimiser les pertes de poids durant cette période. Les ânes apparaissent plus aptes que les autres équidés à digérer la fraction fibreuse des rations de faible valeur nutritive et maintiennent une consommation plus élevée que les bovins pour des rations similaires (9 ; Smith, comm. pers.). Ceci leur confère un avantage sur les autres animaux de trait lorsqu'il s'agit de couvrir les besoins énergétiques quotidiens avec des rations pauvres.

## ■ COMPLEMENTATION DES ANIMAUX DE TRAIT

Au Zimbabwe, la complémentation de la ration de base des bœufs de trait Mashona en saison sèche (constituée de pâturage naturel et de tiges de maïs) avec de la paille d'arachide, à raison de 400 g/animal/j pendant 70 jours ou 800 g/animal/j pendant 35 jours avant le labour (novembre), a conduit à une augmentation significative du poids vif des animaux (respectivement 301 et 312 kg avant le labour) par rapport aux bœufs non complémentés (276 kg). Tous les animaux ont perdu du poids pendant le labour mais le travail journalier effectué, la puissance et la surface labourée ont été plus élevés chez les animaux complémentés. La durée courte ou longue de la complémentation avant le labour n'a pas eu d'impact sur l'amélioration significative des performances (17). Bartholomew et coll. (4) ont aussi montré que la capacité de travail est plus élevée chez des animaux lourds que chez des animaux légers, et ce malgré l'amaigrissement durant le travail.

Plus le gabarit d'un animal est important, plus l'animal est apte à produire un travail de traction et moins il en subit le stress. Bien qu'il ait été souvent suggéré que les animaux de trait doivent être en bonne condition au début de la saison des travaux, il a rarement été démontré que les animaux de trait en bon état corporel en début de saison travaillent plus vite et/ou plus longtemps que ceux en moins bon état. Des études réalisées au Mali (4, 5) et au Niger (13) ont indiqué que c'est le poids vif et non l'état corporel qui détermine principalement la capacité au travail des bœufs de trait. Au Niger, pour des animaux de même poids vif (360 kg), les maigres (note d'état corporel de 3 sur une échelle de 9 (30)) ont effectué un travail quotidien identique ou supérieur (8 262 kJ) à des animaux en meilleur état corporel (note 4 à 6, force 7 437-7 876 kJ). Si l'on ne tient pas compte de l'état corporel, ce sont les animaux les plus lourds qui fournissent le plus de travail de traction (13). Teleni (38), dans une étude sur les buffles en Asie, indique que la force de traction maximale supportée des animaux au travail est égale à 12-15 p. 100 PV. Il suggère que la perte de poids durant la saison des travaux n'est pas un problème dans la mesure où cette baisse ne dépasse pas 12 à 15 p. 100 du poids vif de l'animal (38). Si la baisse de poids n'atteint pas un tel niveau, la complémentation des animaux de trait peut ne pas être efficace (17).

Dans des villages maliens, la valeur nutritive de la paille de brousse de saison sèche a été améliorée par addition d'urée à 4 p. 100. En comparaison avec un groupe de bovins témoins (PV : 280-330 kg), les animaux consommant de la paille traitée ont perdu relativement moins de poids pendant la saison des travaux (respectivement -200 contre -100 g/animal/j). Les bœufs qui ont reçu la paille traitée et un complément additionnel de 1 kg/j d'aliment à forte proportion de tourteau de coton ont enregistré des gains de poids de 200 g/animal/j entre avril et juin (21). Cependant, la complémentation de saison sèche n'a eu aucun effet sur le rendement journalier au travail des animaux pendant la saison des cultures suivante.

En définitive, une étude économique de la complémentation de saison sèche doit être considérée dans chaque cas. Dans certaines situations, par exemple en cas de saison des cultures courte, la complémentation n'est pas économiquement justifiable. Si, en revanche, la saison des cultures est longue, le transport attelé en saison sèche actif ou bien si la pratique de l'embouche existe, les retombées économiques de la complémentation peuvent valoir la peine.

Les concentrés alimentaires constituent une complémentation appropriée de la ration de base des animaux au travail, du fait de leur haut niveau énergétique et de la facilité de leur distribution avant et après le travail. Cependant, les aliments concentrés ne sont pas toujours disponibles et sont souvent trop chers pour les paysans. Les fanes de légumineuses (arachide, niébé, dolique, etc.) sont des fourrages de qualité permettant de réduire la carence de nourriture pendant la saison sèche et constituent des rations d'appoint pendant les travaux (2, 17). D'autres aliments tels les sous-produits agro-industriels (tourteau, mélasse), les feuilles d'arbres (figus), les coques (légumineuses, coton) disponibles localement peuvent également servir d'alternatives pour la complémentation des animaux de trait.

## ■ CONTRAINTES DE L'ENVIRONNEMENT SUR LES PERFORMANCES

En Afrique sub-saharienne, la majorité des animaux de trait vivent dans les zones agro-écologiques semi-arides, soudaniennes et sahéliennes où la saison sèche dépasse souvent cinq mois. Dans ces zones, l'approvisionnement en aliments est le problème le plus important rencontré par les propriétaires d'animaux de trait. L'élevage d'animaux de trait dans les zones d'Afrique plus humides subit les contraintes du contexte pathologique, en particulier la trypanosomose. L'usage des bovins devient possible au fur et à mesure de l'éradication des glossines dans une région et les paysans se convertissent peu à peu à la traction animale. Au cours des 20 dernières années, une faible augmentation des bœufs de trait a été enregistrée en Afrique de l'Est et du Sud. Quant à l'Afrique de l'Ouest et l'Afrique centrale, l'extension des bœufs de trait progresse davantage dans le Sud, dans les régions sub-humides où l'infestation des glossines est en recul (37). En Afrique de l'Ouest, les taurins trypanotolérants, bien que de petite taille, ont constitué une importante source d'énergie dans les régions où les trypanosomes animaux sont endémiques.

En Afrique sub-saharienne, la chaleur est une autre contrainte qui agit sur les performances des animaux de trait. A la différence des animaux de rente qui peuvent s'abriter à l'ombre quand la température augmente, les animaux de trait doivent habituellement travailler au soleil, souvent à des températures très supérieures à 20 °C.

Les effets de la chaleur et des pathologies sur les performances des animaux de trait ont été étudiés pour améliorer la conduite des animaux de trait dans les milieux où ces facteurs sont problématiques.

### Stress thermique

Le métabolisme énergétique lié à la contraction musculaire produit une quantité d'extra-chaleur importante. Afin de maintenir l'homéothermie et de poursuivre le travail, l'animal de trait dissipe l'extra-chaleur par différents mécanismes thermolytiques. En climat chaud, la dissipation de chaleur par convection n'est pas suffisante comme cela peut être le cas en climat tempéré. L'animal

dissipe activement la chaleur produite par voie évaporatoire grâce à la sudation, au halètement et à l'émission de bave. En climat chaud et humide, l'efficacité avec laquelle l'animal dissipe l'extra-chaleur liée au travail conditionne la quantité de travail produite.

Certains animaux sont plus aptes que d'autres à produire un travail en climat chaud. Plusieurs pays africains ont encouragé et entrepris le croisement des races locales avec des animaux exotiques des zones tempérées en vue d'améliorer le potentiel génétique de la production laitière et des animaux d'élevage. Ces programmes ont permis de produire de nombreux métisses disponibles pour le travail. L'avantage des métisses, qui peuvent fournir une puissance de travail plus importante grâce à une plus grande taille, est contrebalancé par une moins bonne aptitude à supporter la chaleur. Là où les animaux travaillent de longues heures à des températures et une humidité élevées, il est finalement plus avantageux et plus sûr de travailler avec des animaux locaux de plus petite taille mais possédant une plus grande tolérance à la chaleur que les métisses (39).

Au Cameroun, les variations de la température rectale (TR) des zébus, des ânes et des chevaux de trait au repos ont été étudiées en fonction du *temperature humidity index* (THI\*) (43). Les corrélations suivantes ont été établies :

- zébu :  $TR = 29,75 + 0,11 \cdot THI$  (ddl 342 ;  $R^2 = 0,56$ )

- cheval :  $TR = 31,50 + 0,08 \cdot THI$  (ddl 352 ;  $R^2 = 0,33$ )

- âne :  $TR = 26,56 + 0,14 \cdot THI$  (ddl 362 ;  $R^2 = 0,56$ )

Les chevaux ont montré la plus faible réponse au THI et les ânes les plus fortes fluctuations de la température rectale. Les mêmes différences sont également observées au cours du travail. L'augmentation de la température rectale liée au travail a été plus importante pour les intensités de travail les plus élevées pendant la saison des pluies quand l'humidité et THI sont les plus élevés. Cette augmentation a été de 1-2 °C chez les ânes, de 0,5-1,8 °C chez les zébus et de 0,5-1,2 °C chez les chevaux.

Fall (12), au Niger, a étudié l'aptitude des bœufs à dissiper la chaleur liée au travail à différents gradients de température (17-35 °C). Il a mesuré la température rectale, la fréquence respiratoire et l'augmentation maximale de température rectale ( $TR_{w,max}$ ) des bœufs pendant le travail. Dans tous les cas, la température rectale et la fréquence respiratoire ont augmenté avec le travail. La puissance développée est corrélée négativement avec la température rectale et THI (figure 3). Il existe cependant une variation individuelle marquée de la capacité des bœufs à faire face à la chaleur. Les animaux gras ont plus de difficultés que les maigres pour maintenir leur homéothermie (12). Les estimations de la répétabilité de la température rectale avant le travail (0,19), pendant le travail (0,16), et des  $TR_{w,max}$  (0,29) ont été généralement faibles. Fall (12) indique que pour les bœufs au travail  $TR_{w,max}$  serait un indice physiologique de thermotolérance plus approprié que les paramètres de fréquence respiratoire et de température rectale au repos identifiés par Buvanendran et coll. (8).

En définitive, il existe des différences dans l'aptitude des animaux à tolérer la chaleur. Les effets néfastes de la chaleur peuvent cependant être minimisés en travaillant pendant les moments les plus frais de la journée, avec des repos fréquents à l'ombre les jours de grande chaleur. Les animaux de trait doivent également avoir un accès illimité à l'eau de boisson une fois le travail achevé afin de

\*  $THI = 0,72 \cdot (T_s + T_h) + 40,6$  ;  $T_s$  : température sèche ;  $T_h$  : température humide en degrés Celsius.

leur permettre de compenser les pertes d'eau par dissipation diverses. Rose (34) a montré par exemple que des chevaux accomplissant un exercice d'endurance sur plus de 100 km peuvent perdre par sudation 30 à 40 l d'eau (5 à 7 p. 100 du PV). Les pertes d'eau des bœufs sont en général plus faibles dans les mêmes conditions de travail que les chevaux (A. Fall, comm. pers.).

## Maladie

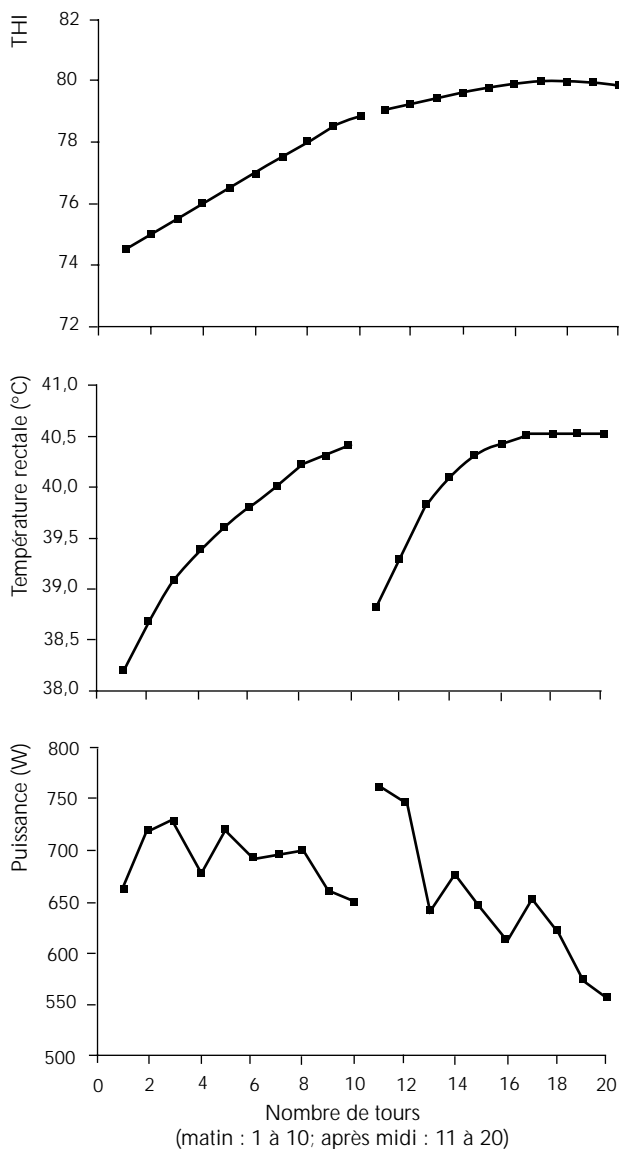
Au regard de l'investissement que constituent les animaux de trait pour les paysans et de leur dépendance vis-à-vis d'eux en période de culture, la prévention et le contrôle des plus graves maladies, en particulier pendant la saison des cultures, sont économiquement justifiables. Les maladies insidieuses sont plus difficiles à traiter. Elles peuvent ne pas tuer directement l'animal mais affecter gravement sa productivité et sa longévité. Il est certain que ces maladies

réduisent les rendements au travail et, conjuguées au stress du travail, prédisposent les animaux à d'autres maladies (19, 26). Le traitement de ces maladies peut ainsi être économiquement judicieux. En 1990 en Zambie, la dermatophilose a entraîné une perte par bovin estimée à 193 \$US par animal malade en termes de pertes de surfaces labourées et de revenus issus de la location de l'animal (35).

Les interactions entre le travail, la trypanosomose et l'alimentation ont été étudiées en Afrique de l'Ouest. La résistance naturelle des bovins trypanotolérants N'dama a été étudiée sur des animaux au travail et au repos. Une exposition primaire à *Trypanosoma congolense* a abouti à une baisse de l'hématocrite. L'anémie a été plus sévère chez les animaux qui travaillaient et elle n'a pas été améliorée par une complémentation de la ration de base par des fanes d'arachide de meilleure qualité (6). Il semblerait que si une bonne alimentation permet de mieux lutter contre la trypanosomose lorsque les animaux ne travaillent pas (1), dès lors que les animaux sont mis au travail la chimiothérapie devient nécessaire.

## CONCLUSION

Au cours des deux dernières décennies en Afrique sub-saharienne, de nombreux travaux de recherche ont été entrepris sur les performances, les aptitudes et les besoins des animaux de trait. On peut raisonnablement affirmer que dans cette région du monde, les bœufs, les ânes et les chevaux de trait continueront d'être, en cette fin de XX<sup>e</sup> siècle, une solution d'avenir pour les petits exploitants pratiquant un système mixte ; avec une prédominance des bovins dans les zones où l'effort de traction requis est important et une préférence pour les équidés là où les sols sont plus légers et les efforts sont moins importants. La recherche a montré que les bœufs, les ânes et les chevaux peuvent apporter une contribution significative dans l'amélioration de la productivité des exploitations agricoles d'Afrique sub-saharienne et réduire la pénibilité du travail. Les ressources alimentaires et les divers intrants utiles pour maintenir ces animaux dans des conditions nutritionnelles appropriées et en bonne santé font souvent défaut. Avec un choix adéquat des animaux pour satisfaire les besoins en travail, une utilisation judicieuse des aliments disponibles et des pratiques d'exploitation permettant de minimiser les stress du travail sur l'animal, le petit exploitant agricole de l'Afrique sub-saharienne peut utiliser efficacement les animaux de trait pour satisfaire son besoin d'énergie mécanique pour les cultures et le transport.



**Figure 3** : variations moyennes du temperature humidity index (THI), de la température rectale et de la puissance de bovins travaillant pendant 4 h (10 tours de piste), le matin (tours 1 à 10) et l'après-midi (tours 11 à 20). La température rectale est enregistrée après chaque tour de piste. Les valeurs indiquées sont des moyennes calculées sur 18 animaux qui travaillent 4 h/j, à raison de 4 j/semaine et durant 7 semaines (Fall, 1995).

## BIBLIOGRAPHIE

1. AGYEMANG K., DWINGER R.H., TOURAY B.N., JEANNIN P., FOFANA D., GRIEVE A.S., 1990. Effects of nutrition on the degree of anaemia and liveweight changes in N'Dama cattle infected with trypanosomes. *Livest. Prod. Sci.*, **26**: 39-51.
2. ALFORD R.J., 1994. Working and feeding strategies of draught N'Dama oxen in a Gambian village. MSc thesis, CTVM, University of Edinburgh, UK.
3. BARTHOLOMEW P.W., KHIKE T., LITTLE D.A., 1994. Effect of liveweight and body condition on work output from draft oxen. *Trop. Anim. Health Prod.*, **26**: 58-64.
4. BARTHOLOMEW P.W., KHIKE T., LITTLE D.A., BA S., 1993. Effect of change in body weight and condition during the dry season on capacity for work of draught oxen. *Trop. Anim. Health Prod.*, **25**: 50-58.
5. BARTHOLOMEW P.W., KHIKE T., LY R., 1995. In-village studies of the use of work oxen in Central Mali. *Trop. Anim. Health Prod.*, **27**: 241-248.

6. BENNISON J., CLEMENCE R.G., ARCHIBALD R.F., HENDY C.R.C., DEMPFLER L., 1998. The effects of work and two planes of nutrition on trypanotolerant draught cattle infected with *Trypanosoma congolense*. *Anim. Sci.*, **66**: 595-605.
7. BETKER J., KUTZBACH H.-D., 1991. Role of donkeys in agricultural mechanisation in Niger - potential and limitations. In: D. Fieldin, R.A. Pearson eds., Donkeys, mules and horses in tropical agricultural development. Edinburgh, UK, University of Edinburgh, p. 223-230.
8. BUVANENDRAN V., ADAMU A.M., ABUBAKAR B.Y., 1991. Heat tolerance of zebu and Friesian-zebu crosses in the Guinea savannah zone of Nigeria. *Trop. Agric., Trinidad*, **69**: 394-396.
9. CUDDEFORD D., PEARSON R.A., ARCHIBALD R.F., MUIRHEAD R.H., 1995. Digestibility and gastro-intestinal transit time of diets containing different proportions of alfalfa and oat straw given to thoroughbreds, Shetland ponies, Highland ponies and donkeys. *Anim. Sci.*, **62**: 407-417.
10. DIJKMAN J.T., 1992. A note on the influence of negative gradients on the energy expenditure of donkeys walking, carrying and pulling loads. *Anim. Prod.*, **54**: 153-156.
11. DIJKMAN J.T., LAWRENCE P.R., 1997. The energy expenditure of cattle and buffaloes walking and working in different soil conditions. *J. Agric. Sci., Cambridge*, **128**: 95-103.
12. FALL A., 1995. Factors affecting feed intake, energy expenditure and work output of oxen and bulls used for draught purposes in semi-arid West Africa. PhD thesis, University of Edinburgh, UK.
13. FALL A., PEARSON R.A., FERNANDEZ-RIVERA S., 1997a. Nutrition of draught animals in semi-arid West Africa III. Effect of body condition prior to work and weight losses during work on food intake and work output. *Anim. Sci.*, **64**: 227-232.
14. FALL A., PEARSON R.A., LAWRENCE P.R., 1997b. Nutrition of draught animals in semi-arid West Africa. I. Energy expenditure by oxen working on soils of different consistencies. *Anim. Sci.*, **64**: 209-215.
15. FAO, 1987. African agriculture: the next 25 years. Rome, Italy, FAO.
16. FRANCIS P.A., 1988. Ox draught power and agricultural formation in Northern Zambia. *Agric. Sys.*, **27**: 15-28.
17. FRANCIS J., NDLOVU L.R., 1995. Improving feeding management and work performance of Mashona oxen through strategic supplementation with cobsheath-groundnut stover. *Trop. Anim. Health Prod.*, **27**: 249-257.
18. HAGMANN J., PRASAD V.L., 1994. The use of donkeys and their draught performance in smallholder farming in Zimbabwe. Conservation tillage for sustainable crop production systems. Harare, Zimbabwe, GTZ/AGRITEX/IAE. (Project research report 11)
19. HOFFMANN D., DALGLIESH R.J., 1985. A multi-disciplinary approach to health and disease in draught ruminants. In: J.W. Copland ed., Draught animal power for production. Canberra, Australia, ACIAR, p. 134-139. (Proc. series No. 10)
20. JAHNKE H.E., SIEVERS M., 1981. Agricultural mechanisation and the demand for agricultural machinery and equipment in Africa to the year 2000. Vienna, Austria, UNIDO / Rome, Italy, FAO. (Mimeograph)
21. KHIKE T., BARTHOLOMEW P.W., 1993. Recherches aux possibilités de conditionnement des bœufs de labour à base de paille de brousse enrichie à l'urée et évaluation de son impact sur leur capacité de travail. In: P.R. Lawrence, K. Lawrence, J.T. Dijkman, P.H. Starkey eds., Research for development of animal traction in West Africa. Proc. 4th Work. West Africa Animal Traction Network, Kano, Nigeria, July 9-13, 1990. Addis Ababa, Ethiopia, ILCA, p. 175-179.
22. KWILIGWA E.M., SHETTO R.M., REES D.J., 1994. The use of animal-drawn cultivators for maize production in the southern highlands of Tanzania. In: P. Starkey, E. Mwenya, J. Stares eds., Improving animal traction technology, Proc. 1st Work. ATNESA, Lusaka, Zambia, January 18-23, 1992. Wageningen, The Netherlands, CTA, p. 182-190.
23. LAWRENCE P.R., 1985. A review of the nutrient requirements of draught oxen. In: J.W. Copland ed., Draught animal power for production. Canberra, Australia, ACIAR, p. 59-68. (Proc. series No. 10)
24. LAWRENCE P.R., DIJKMAN J.T., JANSEN H.G.P., 1997. The introduction of animal traction into inland valley regions. I. Manual labour and animal traction in the cultivation of rice and maize: a comparison. *J. Agric. Sci., Cambridge*, **129**: 65-70.
25. LAWRENCE P.R., STIBBARDS R.J., 1990. The energy cost of walking, carrying and pulling loads on flat surfaces by Brahman cattle and swamp buffalo. *Anim. Prod.*, **50**: 29-39.
26. LEFÈVRE P.-C., LHOSTE P., 1993. Diseases of draught animals in West Africa, In: D. O'Neill, G. Hendriksen eds., human and draught animal power in crop production. Proc. Silsoe Research Institute/CEC/FAO Work., Harare, Zimbabwe, January 18-22, 1993. Rome, Italy, FAO.
27. MAHDAVI G., 1992. Development of animal traction in cotton areas of French speaking African countries. In: G. den Hertog, J.A. van Huis eds., The role of draught animal technology in rural development. Proc. int. Semin., Edinburgh, UK, April 2-12, 1990. Wageningen, The Netherlands, Pudoc Scientific Publishers, p. 83-87.
28. NDLOVU L.R., FRANCIS J., HOVE E., 1996. Performance of draught cattle in communal farming areas in Zimbabwe after dry season supplementation. *Trop. Anim. Health Prod.*, **28**: 298-306.
29. NENGOMASHA E.M., 1997. The donkey (*Equus asinus*) as a draught animal in smallholder farming areas of the semi-arid regions of Zimbabwe. PhD thesis, CTVM, University of Edinburgh, UK.
30. NICHOLSON M.J., BUTTERWORTH M., 1986. A guide to condition scoring of zebu cattle. Addis Ababa, Ethiopia, ILCA.
31. PEARSON R.A., LAWRENCE P.R., 1992. Intake, digestion, gastro-intestinal transit time and nitrogen balance in working oxen: studies in Costa Rica and Nepal. *Anim. Prod.*, **55**: 361-370.
32. PEREZ R., VALENZUELA S., MERINO V., CABEZAS L., GARCIA M., BOU R., ORTIZ P., 1996. Energetic requirements and physiological adaptation of draught horses to ploughing work. *Anim. Sci.*, **63**: 343-351.
33. PRASAD V.L., MAROVANIDZE K., NYATHI P., 1991. The use of donkeys as draught animals relative to bovines in the communal farming sector of Zimbabwe. In: D. Fielding, R.A. Pearson eds., Donkeys, mules and horses in tropical agricultural development. Edinburgh, UK, University of Edinburgh, p. 231-239.
34. ROSE R.J., 1986. Endurance exercise in the horse - a review I, II. *Br. vet. J.*, **142**: 532-552.
35. SAMUI K.L., HUGH-JONES M.E., 1990. The financial and production impacts of bovine dermatophilosis in Zambia. *Vet. Res. Commun.*, **14**: 357-365.
36. SLINGERLAND M.A., 1989. Selection of animals for work in Sub-Saharan Africa: research at the ICRISAT Sahelian Centre. In: D. Hoffmann, J. Nari, R.J. Petheran eds., Draught animals in rural development. Canberra, Australia, ACIAR, p. 203-210. (Proc. series No. 27)
37. STARKEY P.H., 1994. A world-wide view of animal traction highlighting some of the key issues in eastern and southern Africa. In: P. Starkey, E. Mwenya, J. Stares eds., Improving animal traction technology. Proc. 1st Work. Animal Traction Network for Eastern and Southern Africa, Lusaka, Zambia, January 18-23, 1994. Wageningen, The Netherlands, CTA, p. 6-81.
38. TELENI E., 1993. Energy expenditure and nutrient requirement of working animals. In: W.J. Pryor ed., Draught animal power in the Asian-Australasian region. Work. in conjunction with 6th Asian-Australasian Assoc. Anim. Prod. Congr., Bangkok, Thailand, November 23-28, 1992. Canberra, Australia, ACIAR, p. 93-99. (Proc. No. 46)
39. THOMAS C.K., PEARSON R.A., 1986. Effects of ambient temperature and head cooling on energy expenditure, food intake and heat tolerance of Brahman and Brahman x Friesian cattle working on treadmills. *Anim. Prod.*, **43**: 83-90.
40. TOPPS J.H., OLIVER J., 1993. Animal foods of Central Africa, 2nd ed., Technical handbook. Harare, Zimbabwe, Zimbabwe Agricultural Journal.
41. UPADHYAY R.C., MADAN M.L., 1985. Studies on blood acid-base status and muscle metabolism in working bullocks. *Anim. Prod.*, **40**: 11-16.
42. VALETTE J.P., BEDU S., 1990. Etude de la récupération cardiaque chez des chevaux trotteurs à l'entraînement. *Equathlon*, **8**: 19-23.
43. VALL E., 1996. Capacités de travail, comportement à l'effort et réponses physiologiques du zébu, de l'âne et du cheval au Nord-Cameroun. Thèse doct., ENSAM, Montpellier, France.
44. YOUSEF M.K., DILL D.B., FREELAND D.V., 1972. Energetic cost of grade walking in man and burro, *Equus asinus*: desert and mountain. *J. Appl. Physiol.*, **33**: 337-340.

## Summary

**Pearson R.A., Vall E.** Performance and management of draught animals in agriculture in Sub-Saharan Africa: A review

Use of animal power generally enables farmers in sub-Saharan Africa to increase agricultural production and improve the quality of life. Effective use of working animals depends on an understanding of the capabilities of the animals for work, their husbandry requirements and the factors which can influence their performance. These issues are reviewed in this paper in the context of the use of animal power in agriculture in Sub-Saharan Africa. Type of animal used for work determines power available to the farmer. The performance of donkeys, horses and cattle have been compared in work tests. Equids are more suited to rapid low draught activities where their faster speed can be used to advantage. At higher draught forces, where speed is less important, the additional weight and power of cattle are an advantage. Use of heart rate recovery after work gives a reasonable indication of fatigue and fitness of equids, when test conditions are standardized. Although feed requirements for work are generally low, feed quality can be so poor that animals are unable to eat sufficiently to meet energy needs for work, and lose weight during the work season. However, improvements in work performance are not always seen following supplementary feeding in the dry season and the economics need to be considered in each case. Food availability, diseases and heat stress, the major constraints to performance of draught cattle and donkeys working in Sub-Saharan Africa, are discussed.

**Key words:** Cattle - Ass - Horse - Draught animal - Evaluation - Work capacity - Animal performance - Livestock management - Africa South of Sahara.

## Resumen

**Pearson R.A., Vall E.** Rendimiento y manejo de animales de tiro en la agricultura del Africa sub-sahariana : una síntesis

El uso de la fuerza animal permite, en general, incrementar la producción agrícola y mejorar la calidad de vida de los agricultores del Africa sub-sahariana. El uso efectivo de los animales de trabajo depende de un conocimiento de su capacidad para el mismo, de sus condiciones de cría y de factores que influyen en su rendimiento. Este artículo revisa estos aspectos en un contexto del uso de la fuerza animal en la agricultura del Africa sub-sahariana. El tipo de animal usado para un determinado trabajo determina la fuerza de la que el agricultor dispone. El rendimiento de burros, caballos y bueyes (bóvidos) es comparado en dos pruebas de fuerza. Los équidos son más apropiados para actividades de tiro rápidas y ligeras, en las que su velocidad puede ser usada como ventaja. Para fuerzas mas pesadas, donde la velocidad es menos importante, el peso y la fuerza adicional de los bueyes (bóvidos) son una ventaja. El uso de la capacidad de recuperación cardíaca después del trabajo es un indicador razonable del grado de fatiga y de la condición física de los équidos, siempre y cuando dichas pruebas estén estandarizadas. A pesar de que los requerimientos alimenticios para el trabajo son por lo general bajos, su calidad puede ser tan pobre que los animales no consumen lo suficiente como para cubrir las necesidades energéticas que el trabajo requiere, por lo que pierden peso durante la estación de mayor actividad. Sin embargo, la suplementación durante la estación seca no siempre mejora el rendimiento, por lo que un análisis económico de la situación debe considerarse en cada caso particular. La disponibilidad de alimento, enfermedades y el estrés por calor, las mayores limitaciones del rendimiento de bueyes bóvidos y burros de tiro en Africa sub-sahariana, son discutidas.

**Palabras clave:** Ganado bovino - Asno - Caballo - Animal de tiro - Evaluación - Capacidad de trabajo - Desempeño animal - Manejo del ganado - Africa al sur del Sahara.

## Tropical cattle: Origins, breeds and breeding policies

W.J.A. Payne, J. Hodges

*Mots-clés* : Bovin - Taurin - Zébu - Gayal - Croisement - Domestication - Histoire - Race - Classification - Génétique - Zone tropicale - Asie - Afrique - Amérique - Australie.

□ Cet ouvrage présente l'histoire, la classification et l'aspect génétique de l'élevage des bovins tropicaux. Il est divisé en trois parties.

La première partie, illustrée de nombreuses cartes, relate les origines et l'histoire de ces races : les bovins fossiles, les centres de domestication possibles, la diffusion des taurins et des zébus et l'histoire des bovins en Afrique, en Asie, en Amérique et en Océanie. Les données classiques d'Epstein (1) ont été remises à jour en fonction de critères anthropologiques, archéologiques, historiques, linguistiques, et d'études sur l'élevage et la génétique.

La deuxième partie, illustrée de 45 photos en noir et blanc de races bovines propose une classification des races tropicales puis présente une description classique des principales races d'Asie (77 races décrites), d'Afrique (95 races), d'Amérique (58 races) et d'Australie en Océanie (11 races). Pour chaque région des quatre continents, les races sont regroupées en taurins (*humpless cattle*), en zébus (*humped cattle*), en bovins croisés et éventuellement en autres bovins (gayal et dulong). Pour chaque race sont envisagés les synonymes, l'origine et l'habitat, les caractéristiques physiques et les aptitudes.

La troisième partie retrace la place du bétail dans le monde tropical, les bases et les méthodes de sélection et d'amélioration génétique (variations, valeur génétique, sélection), l'utilisation des biotechnologies en zone tropicale et envisage les perspectives d'avenir.

En Europe, l'augmentation des performances a été due à l'amélioration génétique autant qu'à des actions non génétiques. En zone tropicale, le bétail issu d'améliorations génétiques a été peu nombreux pendant les 30 à 40 dernières années et son rythme d'augmentation a été inférieur à celui de la population, avec toutefois des différences d'une région à l'autre. Des caractères qui sont peu sélectionnés en Europe présentent néanmoins une grande importance en zone tropicale : la production de bouse, la traction animale, l'utilisation pour les sacrifices, les dots... Les raisons des échecs des programmes d'amélioration génétique sont examinées : simple trans-

position de techniques sans implication réelle des éleveurs et sans prise en compte complète de ce que les éleveurs recherchent, des améliorations de l'alimentation, de la santé... Les éleveurs doivent être motivés. Ainsi, l'augmentation des productions animales a résulté d'un accroissement des effectifs, mais pas des performances individuelles.

Le chapitre de rappels sur la génétique aboutit à la conclusion que le résultat de la sélection dépend surtout de trois critères : l'héritabilité, le différentiel de sélection et l'intervalle de générations.

Des stratégies génétiques mieux adaptées aux conditions socio-économiques des pays tropicaux sont proposées. Les plans d'amélioration génétiques doivent être simples, visant surtout à accroître le niveau de vie des personnes plutôt qu'à augmenter seulement la valeur génétique des animaux. Différentes solutions sont envisagées, comme la sélection en race pure, les croisements, l'absorption..., en saillie naturelle ou au moyen de l'insémination artificielle.

W.J.A. Payne a déjà publié un livre sur l'élevage en zone tropicale (2). Il a travaillé plus de 40 ans dans les tropiques (îles Fidji, Afrique de l'Est et Philippines), puis comme consultant en Grande Bretagne. J. Hodges, quant à lui, a été responsable du service des ressources génétiques à la FAO à Rome. Auparavant, il était professeur de génétique, puis chef de production du Milk Marketing Board d'Angleterre et du Pays de Galles.

Cet ouvrage de synthèse, généreusement illustré de cartes et de photos, bien documenté grâce à une bibliographie abondante (395 références) et accompagné d'un index, pourra rendre de grands services à tous les spécialistes des races de bovins et aux décideurs : zootechniciens, généticiens, vétérinaires, responsables de l'élevage, enseignants et étudiants.

Christian MEYER  
Cirad-emvt

1. Epstein H., 1971. The origin of the domestic animals of Africa, Vol 1. New York, USA, London, UK, Munich, Germany, African Publishing Corp., 573 p.

2. Payne W.J.A., 1990. An introduction to animal husbandry in the tropics, 4th ed. Harlow, UK, Longman, 881 p. (Tropical Agriculture Series)

Payne W.J.A., Hodges J., 1997. Tropical cattle: Origins, breeds and breeding policies, 330 p. Blackwell Science Ltd, Osney Mead, Oxford, OX2 0EL, UK. Tel: +44 1865 206206; Fax: +44 1865 721205 - ISBN : 0-632-04048-3



# Le transport hippomobile urbain au Sénégal - Situation et importance économique dans la ville de Thiès

C. Ly <sup>1\*</sup> B. Fall <sup>2</sup> B. Camara <sup>3</sup> C.M. Ndiaye <sup>4</sup>

## Mots-clés

Cheval - Transport - Zone urbaine - Valeur économique - Véhicule à traction animale - Charrette - Attelage - Analyse coût avantage - Sénégal.

## Résumé

Cette étude décrit la situation et analyse l'importance économique de la traction hippomobile urbaine et périurbaine au Sénégal, à partir du cas de la ville de Thiès. Cent attelages (64 fiacres et 36 charrettes) ont été choisis au hasard et leurs cochers ont été interrogés. Les données collectées ont concerné les cochers et les chevaux, les caractéristiques et la gestion des attelages et enfin les résultats économiques (coûts, recettes et gains). Pour un travail de six jours par semaine, les fiacres et les charrettes ont généré pour le propriétaire de l'attelage un gain monétaire net quotidien moyen équivalent respectivement à 61 p. 100 (2 202 francs CFA) et 66 p. 100 (2 779 FCFA) de leur chiffre d'affaires quotidien respectif (3 600 et 4 200 FCFA). Les charrettes sont apparues légèrement plus rentables car leurs tarifs étaient plus élevés. L'importance économique du cheval est illustrée et des recommandations sont proposées pour améliorer ses performances et sa participation à l'économie nationale.

## ■ INTRODUCTION

Au Sénégal, le cheval est présent dans plusieurs secteurs d'activités telles que la traction hippomobile urbaine et rurale, l'industrie des courses hippiques, l'équitation sportive ou d'agrément et, dans une moindre mesure, la chorégraphie équine et la boucherie hippophagique. Au niveau ethnologique, les chevaux sénégalais ont une origine qui a déjà été documentée (2, 5, 6, 7, 13, 14, 15, 16).

Les effectifs de chevaux du Sénégal ont été estimés officiellement à près de 434 000 têtes en 1993 dont près de 80 p. 100 dans le bassin arachidier (3). Fielding (11) estime les mêmes effectifs à 1,2 p. 100 du cheptel chevalin africain, soit seulement 208 000 têtes avec une tendance à la baisse entre 1980 et 1988. Après l'Éthiopie, le Sénégal est le cinquième pays africain en termes d'effectifs chevalins (9).

La majorité du cheptel équin sénégalais se situe dans le Nord et le Centre-Ouest du pays. Au Sud, la trypanosomose animale africaine constitue une contrainte sanitaire majeure bien que les

infiltrations de chevaux deviennent progressivement plus nombreuses et durables car elles sont favorisées par l'assèchement du climat et la progression des zones cultivées. La peste équine est endémique dans le Centre-Ouest du pays et on note aussi la présence du tétanos, de la lymphangite épizootique et du botulisme équin (1, 3, 8, 15).

Avec une dispersion limitée, les poneys du Sénégal sont différenciés en deux types, le Mpar et le Mbayar respectivement cheval du Cayor et cheval du Baol, en référence aux deux régions centrales du Sénégal dont ils sont autochtones (5, 6). Epstein (7) signale que le moment de l'arrivée des poneys au nord de l'Afrique équatoriale est incertain et il serait plutôt favorable à l'idée d'introductions de différentes origines à différentes époques. En se basant sur les flux migratoires anciens, il accorde aussi la thèse selon laquelle les poneys de l'Afrique de l'Ouest sont des descendants dérivés d'anciens chevaux égyptiens de type Aryen ou Arabe et introduits lors des migrations Peules. Un environnement difficile dans les terres inondées du Niger ainsi que dans les zones subguinéennes et côtières ouest-africaines suscita une évolution qui aurait contribué à la réduction de la taille des produits. De plus, sur le substrat génétique très ancien qualifié d'oriental se seraient surajoutés des chevaux Barbes à partir de l'Afrique du Nord et des chevaux Dongolaw provenant de l'Est (7).

Selon Doutressoulle (5), les caractères du cheval Mpar ou du Cayor ont presque disparu au profit du Mbayar qui est plus grand. Ainsi, les chevaux autochtones utilisés pour le trait au Sénégal sont issus d'un fort métissage Mbayar X Mpar. Les chevaux de trait les plus courants sont des chevaux de petit format avec une

1. Service d'économie rurale et gestion, Ecole inter-états des sciences et médecine vétérinaires (EISMV), BP 5077, Dakar, Sénégal

2. Bureau du cheval, Direction de l'élevage, Dakar, Sénégal

3. Inspection régionale de l'élevage, Thiès, Sénégal

4. Ecole nationale des cadres ruraux (ENCR), Bambey, Sénégal

\* Auteur pour la correspondance

Tél. : +221 825 66 92 ; fax : +221 825 43 83

E-mail : chly@syfed.refer.sn

hauteur au garrot entre 1,25 et 1,40 m et un poids de 200-250 kg (figure 1) (13). Ils sont très endurants, sobres et rustiques. Ndiaye (15) a estimé leur puissance moyenne à 420 watts en tenant compte d'une compacité moins élevée que pour les chevaux de trait européens.

Le cheval du Sahel qui descend du cheval Barbe a donné une variante dite cheval Fleuve, appelé Narou goor. On le retrouve parmi les chevaux de course et d'équitation. La présence du cheval Foutanké, du nom du Fouta ou vallée du Fleuve Sénégal, est également décrite comme le résultat d'un croisement entre le cheval du Sahel qui dérive du type mongolique Barbe et la jument poney de type Mbayar (6, 7). Il faut enfin noter l'existence de quelques chevaux de sang dans les cercles hippiques dakarois et à l'Escadron monté de la Gendarmerie nationale du Sénégal.

Avec l'introduction des voitures hippomobiles par les colons français, une autre forme d'utilisation du cheval s'est développée au Sénégal. Suite à des tests de faisabilité et de vulgarisation entre 1955 et 1965, les tractions équine et asine se sont maintenues malgré la promotion de la culture attelée au moyen de la traction bovine qui avait l'appui du programme Agricole (matériel et paires de bœufs à crédit). La rapidité du cheval et la diffusion de la charrette équine ont facilité l'exécution des opérations culturales, du transport et de l'exhaure (10). Ainsi, le cheval de trait agricole et la traction hippomobile jouent toujours un rôle fondamental dans les relations et les échanges ruraux, la commercialisation des produits agricoles, l'approvisionnement en intrants et produits de consommation et le transport de personnes.

Dans les pays en développement, le cheval, en plus de ses fonctions traditionnelles, constitue une alternative accessible comme moteur de fiacres-taxis ou de charrettes pour le transport de fardeaux, de matériaux de construction, d'ordures domestiques, etc. La forte présence de la traction hippomobile à Dakar et dans toutes les villes secondaires du Sénégal doit permettre au cheval et à la traction hippomobile d'être repris parmi les thèmes de la recherche-développement pour une meilleure efficacité dans l'exploitation des ressources animales. En 1987, un Bureau du cheval a été créé pour coordonner les interventions de l'Etat dans la promotion du cheval, le soutien à la traction hippomobile et la participation à la gestion des courses hippiques.

L'objectif général de ce travail a été de décrire et d'analyser la traction hippomobile au Sénégal, à partir du cas de Thiès, ville du Sénégal où les charrettes et les fiacres jouent un rôle économique indéniable, afin de renforcer les options basées sur l'utilisation du cheval et de contribuer aux efforts déployés par le Bureau du cheval de la Direction de l'élevage du Sénégal pour organiser et promouvoir, en l'occurrence, une meilleure exploitation du cheval de trait.



Figure 1 : charrette.

La ville de Thiès, à 70 km à l'est de Dakar, est une importante agglomération (170 000 habitants) où populations rurale et urbaine ont des relations d'échanges permanentes et très étroites. Située au nord du bassin arachidier sénégalais, Thiès est aussi le second pôle industriel du Sénégal et la demande en transport urbain est importante compte tenu de l'exode rural et de la stagnation des infrastructures de transport urbain. La demande en transport hippomobile est plus variée qu'à Dakar où le transport concerne plus les matériaux de construction, les ordures ménagères et les effets domestiques que les personnes.

## ■ MATERIEL ET METHODES

Cent attelages hippomobiles ont été choisis à Thiès, au hasard, pendant les mois de juillet et d'août 1995. Leurs conducteurs ou propriétaires ont été soumis à un questionnaire d'enquête rétrospectif lors d'entretiens menés pendant la pause au point de stationnement ou de repos. La méthodologie suivie pour cette étude a été affinée à partir d'une première enquête sur le même thème à Rufisque (40 km de Dakar) en 1994 (1). Cette première enquête avait permis d'identifier les contraintes du transport hippomobile urbain et de déterminer les postes de dépenses et les types de recettes. Les points suivants soumis à discussion ont concerné les aspects techniques et socio-économiques du transport hippomobile :

- profil des charretiers et propriétaires ;
- caractéristiques des animaux (âge, sexe, race, état général) ;
- élevage (rations alimentaires, hygiène de travail, maréchalerie et matériel de pansage) ;
- pathologies (maladies et affections courantes, moyens de couverture sanitaire et de prophylaxie, automédication) ;
- attelages (types, état, harnachement, coûts d'investissement, d'entretien et de renouvellement, pneumatiques, durée de vie du matériel, charges transportées, types de chargement, moyens de signalisation, catadioptres, etc.) ;
- gestion (organisation du transport, frais encourus, structure des prix pour les services rendus, relations avec les structures publiques communales, policières et vétérinaires).

Des enquêtes complémentaires ont été également menées au niveau du marché rural hebdomadaire de Touba-Toul, à 40 km de Thiès, afin de recueillir des informations sur la filière de commercialisation des chevaux (organisation et prix) auprès de vendeurs de chevaux. Des entretiens ont été parallèlement conduits dans les écuries et avec les professionnels de la filière hippomobile : fabricants de voitures hippomobiles et de harnais, maréchaux-ferrants et vendeurs d'aliments pour chevaux.

Les données ont été analysées grâce au logiciel SPSS (18) après constitution d'une base de données. L'accent a été mis sur les statistiques descriptives.

## ■ RESULTATS

### *Identification des cochers*

A Thiès, les calèches prédominaient très largement. Les enquêtes ont concerné 64 calèches et 36 charrettes soit 14 p. 100 des 700 attelages estimés. Les proportions étaient proches de celles de Camara (1) pour la ville de Rufisque : 87 calèches et 24 charrettes, ce qui représentait 26 p. 100 des attelages immatriculés.

La répartition des ethnies des conducteurs était proche de celle du bassin arachidier avec 60 p. 100 de Wolofs, 21 p. 100 de Sérères et 13 p. 100 de Peuls. La ville de Thiès et ses environs étaient les lieux d'origine de 72 p. 100 des cochers. Dans 65 p. 100 des cas, les cochers étaient des chefs de famille. Cinquante-deux pour cent avaient entre 21 et 40 ans (moyenne :  $31 \pm 6$  ans), 28 p. 100 avaient plus de 40 ans (moyenne :  $50 \pm 6$  ans) et 20 p. 100 étaient des mineurs. Les cochers interrogés étaient soit des cochers propriétaires soit de simples cochers embauchés (tableau I). Les propriétaires étaient des résidents permanents à Thiès alors que les cochers étaient plutôt des saisonniers ( $p \leq 0,05$ ). Les propriétaires non cochers étaient des fonctionnaires ou venaient du secteur privé et avaient d'autres activités (vendeurs d'aliments pour bétail et chevaux, commerçants, divers).

### Les chevaux

L'âge moyen des chevaux était de  $8 \pm 2$  ans, avec un minimum de 3 ans et un maximum de 17 ans ( $n = 100$ ). Les chevaux étaient en service depuis  $3 \pm 3$  ans avec un minimum d'un an et un maximum de 10 ans. Une proportion de 29 p. 100 des chevaux était en service depuis plus de 5 ans (tableau II). Ni jument ni hongre n'ont été recensés dans l'échantillon.

Le commerce des chevaux se faisait dans les marchés hebdomadaires ruraux. Les statistiques officielles sur les exportations ont fourni peu d'informations sur les échanges et les flux frontaliers

Tableau I

Statut et type de résidence des cochers

Statut	Type de résidence		
	Permanente	Temporaire	Total
Conducteurs	24	7	31
Propriétaires conducteurs	64	5	69
Total	88	12	100

$\chi^2 = 4,76$  ;  $p \leq 0,05$

Tableau II

Durée d'utilisation des chevaux

Durée en années	1	2	3 ou 4*	5	> 6
% de chevaux	37	18	16	17	12

\* regroupées dans le questionnaire

étaient très limités. Les lieux d'achat qui ont été signalés étaient les deux grands marchés traditionnels de Touba-Toul et de Dahra-Djolof respectivement à 30 et 200 km de Thiès. Le prix d'achat moyen était de  $63\,741 \pm 25\,563$  FCFA ( $n = 85$ ). Les catégories de prix sont présentées dans le tableau III. La dispersion des prix était importante. C'était le format du cheval et son état général qui ont conditionné son prix. Les chevaux les plus chers avaient une moyenne d'âge inférieure aux catégories de chevaux meilleur marché avec 5,8 ans contre 7,5 à 7,9 ans en moyenne (tableau III). La location a concerné 16 p. 100 des chevaux qui étaient loués au tarif journalier de  $982 \pm 508$  FCFA ( $n = 14$ ), la nourriture étant à la charge du propriétaire. Les chevaux étaient achetés dans 81 p. 100 des cas. La plupart des chevaux recensés provenaient des environs de Thiès (37 p. 100).

Le temps de travail par jour était de  $7 \pm 2$  h ( $n = 100$ ) et 59 p. 100 des cochers ont déclaré avoir un jour régulier de repos qui était généralement le dimanche. Il pouvait y avoir deux chevaux pour un attelage au niveau des lieux de parcage afin de remplacer les chevaux malades ou d'augmenter le nombre de courses en cas de forte demande (veilles et jours de fêtes, fins de mois).

### La conduite des chevaux

Les chevaux étaient parqués en plein air sur des terrains vagues non clôturés. Des bassines et des fûts découpés faisaient office de mangeoires et d'abreuvoirs. Deux à trois repas étaient donnés par jour avant et après le travail ou à la pose de la mi-journée. Les rations alimentaires étaient très hétérogènes et leur composition variait selon les saisons et les produits disponibles (fane d'arachide, foin, son, mil, niébé, maïs et herbe en hivernage). Certains chevaux étaient complétés avec un aliment industriel à base de remoulage ou ripasse qui était vendu par sac de 40 kg à 3 000 FCFA. Le coût journalier de la ration a été estimé à  $1\,473 \pm 435$  FCFA en saison sèche et  $1\,184 \pm 527$  FCFA en hivernage pendant lequel l'herbe verte était disponible. Les valeurs modales étaient de 600 FCFA par jour en saison des pluies et de 1 130 FCFA par jour en saison sèche.

L'alimentation était relativement chère car le cours de la fane d'arachide, l'une de ses principales composantes, était élevé en zone urbaine, à raison de 1 200 FCFA le sac de 15 kg, soit 80 FCFA/kg. La fane d'arachide était en effet devenue une spéculation très lucrative du fait de sa forte demande en zone urbaine, conséquence de l'importance prise par l'élevage citadin ovin. Par ailleurs, le mil et surtout le maïs avaient également des cours élevés, avec respectivement 140-175 et 150-200 FCFA/kg. Si une ration journalière de 4 kg de mil et de 4 kg de fane d'arachide couvrait passablement les besoins pour le travail et l'entretien du cheval, son coût moyen s'élevait déjà à 950 FCFA.

Tableau III

Catégories de prix d'achat des chevaux et âge ( $n = 85$ )

Catégories de prix (FCFA*)	Prix moyen $\pm$ ET** (FCFA*)	Age moyen $\pm$ ET**	% des chevaux
25 000 - 50 000	$43\,194 \pm 6\,777$	$7,6 \pm 2,3$	42,3
55 000 - 75 000	$64\,233 \pm 7\,477$	$7,9 \pm 2,6$	35,3
80 000 - 100 000	$90\,429 \pm 9\,741$	$7,5 \pm 2,5$	16,5
110 000 - 150 000	$134\,000 \pm 11\,937$	$5,8 \pm 1,5$	5,9

\* FCFA = francs CFA

\*\* ET = écart-type

Au moment de l'enquête, tous les chevaux de l'échantillon étaient en activité normale et il n'a pas été fait d'examen clinique pour caractériser de manière précise leur état sanitaire. Les maladies les plus fréquentes ont été recensées à partir des dires des cochers (tableau IV). La gourme et les myosites ont constitué la grande majorité des cas rapportés, soit 68 p. 100. Le tableau pathologique peut être complété par les plaies cutanées et les affections oculaires (4).

Les soins étaient pris en charge par les propriétaires de chevaux et les traitements traditionnels les plus divers ont été rapportés : bière et limonades gazeuses pour les coliques ; inhalations de fumée de tabac ou de bouse de vache séchée pour la gourme ; feuilles de manguier ou de papayer pour le tétanos. Les myosites étaient traitées par application locale de vinaigre ou de beurre de karité (*Butyrospermum paradoxum* subst. *parkii*).

Parmi les cochers interrogés, 87 p. 100 ont déclaré être en contact avec le Service régional de l'élevage ou savaient que les visites étaient indispensables. Pour les vaccinations, 82 p. 100 des cochers ont déclaré que leur cheval était vacciné contre la peste équine et 60 p. 100 contre le tétanos. Les coûts de la vaccination étaient respectivement pour la peste équine et le tétanos 1 000 et 1 500 FCFA.

Malgré les frais encourus par les propriétaires, la conduite des chevaux s'est caractérisée par des conditions d'hygiène et d'alimentation généralement précaires. Les lieux de repos étaient le plus souvent des endroits insalubres. Les terrains communaux étaient occupés illégalement. Ils pouvaient aussi être « prêtés » aux propriétaires, sans frais particulier.

### Le matériel de pansage et la maréchalerie

Le matériel de pansage, composé de brosses, de chiffons, d'éponges et de morceaux de filets de pêche, était donc rudimentaire. Les fibres de mbarbèf (*Momordica charantia*) ont souvent été utilisées pour enlever les croûtes. Le pansage était régulier et a coïncidé avec les manipulations occasionnées par le bain quotidien avec une bassine d'eau de 25 l qui coûtait 50 FCFA.

Tous les chevaux portaient des fers et 92 p. 100 des fers observés étaient dans un état bon ou acceptable. Le renouvellement s'effectuait tous les six jours à un mois soit, en moyenne,  $13 \pm 7$  jours avec un coût unitaire de 200 ou 250 FCFA, suivant le type de pointes utilisées (moyenne :  $230 \pm 65$  FCFA ;  $n = 97$ ).

### Les attelages

Au Sénégal, le terme « charrettes » désigne à la fois les calèches (fiacres ou encore « voitures ») et les charrettes proprement dites. Les charrettes sont des plates-formes à ridelles aménagées pour le transport de fardeaux et accessoirement de personnes (figure 1). Les fiacres sont aménagés pour le transport de personnes et accessoirement de fardeaux (figure 2). Les attelages sont toujours individuels.

Au moment de leur acquisition, le coût maximum des attelages était de 110 000 FCFA, avec pour les calèches une moyenne de  $50\,595 \pm 18\,128$  FCFA ( $n = 47$ ) et pour les charrettes une moyenne de  $47\,286 \pm 20\,652$  FCFA ( $n = 35$ ). Ces coûts moyens ont concerné des attelages d'occasion, réparés par les ferronniers, car les attelages neufs étaient pratiquement absents du marché. La durée normale d'utilisation des attelages a été estimée par leurs propriétaires à six ans mais le parc des attelages était particulièrement vétuste, surtout en ce qui concerne les calèches, et la fréquence des réparations était très élevée. Bien que l'entretien régulier ait été évalué pour l'année à  $2\,119 \pm 1\,082$  FCFA ( $n = 21$ ), 79 p. 100 des cochers ont reconnu ne pas y veiller.

Tableau IV

Maladies rapportées par les cochers

Maladies citées par les cochers	Nb de citations par les cochers	% de citations par les cochers
Gourme	39	34,8
Myosites/fourbures	37	33,0
Coliques	22	19,6
Lymphangite	12	10,8
Tétanos	2	1,8
Total	112	100



Figure 2 : calèche.

### Le harnachement et les accessoires

Le harnachement était une bricole (11). Les brancards étaient supportés par des sangles de soutien solidaires d'une sellette placée en arrière du garrot (dossière) et le tout était fixé au thorax de l'animal par une sangle (sous-ventrière). Dans certains cas, le harnachement était complété par une croupière et un reculement ou fessière (avaloire).

Les harnais étaient fabriqués avec une forte proportion de matériaux synthétiques de récupération (pneus, chambres à air, sacs de riz, plastiques). Le cuir était très peu utilisé et seulement 7 p. 100 des harnais étaient en cuir. Sur la base de leur aspect extérieur et du rapiéçage, 68 p. 100 des harnais ont été jugés bons ou acceptables contre 32 p. 100 qui étaient en très mauvais état. Le coût moyen d'un harnais était de  $7\,193 \pm 2\,608$  FCFA ( $n = 95$ ). La durée de vie moyenne a été estimée par les conducteurs à  $15 \pm 9$  mois ( $n = 99$ ).

Les accessoires des attelages étaient aussi rudimentaires et généralement d'occasion. Les pneus toujours usés étaient obtenus à 2 000 FCFA pièce pour une durée d'utilisation moyenne de  $7 \pm 6$  mois ( $n = 85$ ). La signalisation était inexistante hormis l'avertisseur acquis à  $1\,430 \pm 499$  FCFA ( $n = 23$ ). La cravache était artisanale et coûtait  $218 \pm 189$  FCFA ( $n = 96$ ).

Il faut souligner que 82 p. 100 des cochers ont déclaré ne pas circuler la nuit, où le système d'éclairage le plus courant était celui de la lampe tempête à pétrole. Les torches à piles étaient rarement utilisées et l'équipement d'éclairage revenait en moyenne à  $1\,400 \pm 558$  FCFA ( $n = 15$ ).

## Les recettes

Le nombre quotidien de courses était de  $12 \pm 3$  et de  $7 \pm 5$ , respectivement pour les fiacres et pour les charrettes. Pour les courses en fiacre, le tarif moyen d'une course était de  $210 \pm 158$  FCFA avec un minimum à 100 FCFA et un maximum à 800 FCFA. Pour les charrettes, le tarif moyen d'une course était de  $393 \pm 202$  FCFA avec un minimum à 150 FCFA et un maximum à 1 000 FCFA. A titre de comparaison, les taxis urbains faisaient payer la course 375 FCFA, quelle que soit la distance. Les taxis dits « clandos » qui faisaient des trajets sans détour vers le grand marché de Thiès à partir d'une station de départ dans chaque quartier avaient un tarif fixé à 75 FCFA par personne alors que le transport en commun par « car rapide » revenait à 50 FCFA par personne.

Les tarifs par course étaient relativement stables quand on examine les catégories de recettes déclarées par les cochers après les inévitables négociations et marchandages (tableau V). Les cochers non propriétaires versaient une somme quotidienne au propriétaire du cheval et de l'attelage qui prenait en charge la nourriture du cheval. Le versement moyen calculé était de l'ordre de  $1\,396 \pm 652$  FCFA ( $n = 45$ ) mais la valeur modale était de 1 500 FCFA par jour.

## Les relations avec les structures officielles

La réglementation du transport hippomobile a été fixée officiellement suivant un arrêté du conseil municipal après avis des responsables techniques et des propriétaires de chevaux. Chaque cheval devait faire l'objet de visites sanitaires et un carnet signalétique sanitaire devait être tenu et présenté à la demande des services de l'élevage et de la sécurité routière. Les contrôles de police étaient peu appréciés par les cochers et les contraventions de 800 à 3 000 FCFA pour circulation sur route nationale, non respect du code de la route, surcharges, etc. étaient souvent jugées arbitraires et élevées. Parmi les cochers interrogés, 98 p. 100 ont déclaré s'acquitter de la taxe municipale obligatoire de 100 FCFA par jour pour les charrettes et 2 000 FCFA par mois pour les calèches. Cette différence dans le mode de taxation était un choix de la municipalité de Thiès qui enregistrait et contrôlait plus facilement les calèches au niveau du bureau de perception que les charrettes qui étaient jugées moins fixes et ainsi plus difficiles à contrôler. Elles étaient de ce fait imposées chaque jour par les collecteurs de taxe comme pour le petit commerce et les étals de marché.

Alors que 450 fiacres étaient immatriculés chaque année, il a été difficile d'évaluer le nombre exact de charrettes en circulation à Thiès car elles n'étaient pas immatriculées. De plus, les difficultés d'accès aux relevés des versements effectués au titre de la taxe sur les charrettes n'ont pas permis de procéder à des estimations. Cependant, en respectant les proportions rencontrées lors de l'en-

quête, il peut être estimé que pour 100 attelages, il y avait environ 36 charrettes, d'où une estimation de 250 charrettes, soit un total estimé à 700 attelages à Thiès.

## Estimation des gains et de la rémunération du travail

Un compte d'exploitation type permet de montrer que le transport hippomobile était une activité à forte intensité de main d'œuvre rémunérée. Les entrées et les sorties monétaires ont été estimées à partir des résultats moyens présentés et rapportés à un exercice d'un an. Les valeurs modales ont été utilisées quand elles apparaissaient plus fiables. Des amortissements linéaires ont été calculés pour les investissements et tous les comptes ont été faits pour un cheval par attelage (tableau VI). Lorsque le prix d'achat du cheval qui a une forte dispersion est relativement élevé, il a un impact important sur l'amortissement de l'attelage. Les chevaux dont le prix d'achat était supérieur à 110 000 FCFA n'ont constitué que 6 p. 100 des chevaux dont l'âge et le prix d'achat ont été relevés.

## ■ DISCUSSION

### Gestion des chevaux et des attelages

La forte proportion des propriétaires parmi les cochers interrogés pouvait être liée au fait que l'enquête s'est déroulée en début d'hivernage quand beaucoup de jeunes ruraux, parmi lesquels se recrutaient les cochers temporaires, étaient retournés aux champs. De plus, il n'y avait pas de chevaux provenant directement des exploitations agricoles. Cette situation s'explique par la spécialisation des chevaux affectés à la traction urbaine bien que leur format ait réduit les performances de traction et limité le poids des chargements.

L'entretien des chevaux a laissé à désirer et il a contribué à augmenter les risques d'indisponibilité, aggravés par l'exposition à la pluie et à la poussière dans les points de repos, le coût de l'alimentation et le défaut de rationnement en fonction des efforts fournis. Une meilleure alimentation ou de meilleurs soins, plus coûteux, n'auraient cependant pas apporté de recette supplémentaire, ni de gain sensible sur la longévité des animaux. En revanche, les fers étaient couramment utilisés à cause de la fréquence des trajets sur les principaux axes routiers de Thiès qui étaient tous bitumés.

L'état des harnais était souvent à l'origine de plaies diverses par compressions et frottements et il pouvait limiter la bonne exploitation de la force de traction des chevaux et leur maniabilité dans la circulation urbaine. La pharmacopée vétérinaire traditionnelle était utilisée bien que certains traitements empiriques aient été discutables surtout ceux contre la gourme et les coliques. Le mauvais état général des attelages était lié aux routes défectueuses, à leur

Tableau V

Tarifs des courses (FCFA)

Catégorie de recette/course	Attelage	Moyenne $\pm$ ET*	n
Recette minimum	Fiacre	$249 \pm 93$	63
	Charrette	$369 \pm 143$	36
Recette moyenne	Fiacre	$321 \pm 122$	62
	Charrette	$515 \pm 250$	36
Recette maximum	Fiacre	$497 \pm 221$	63
	Charrette	$928 \pm 468$	36

\* ET = écart-type

**Tableau VI**  
Compte d'exploitation type pour un fiacre et une charrette à Thiès

Rubriques	Fiacre		Charrette	
	Montant FCFA*	Pourcentage du chiffre d'affaires	Montant FCFA*	Pourcentage du chiffre d'affaires
<b>1. Alimentation/abreuvement/bain</b>				
7 mois de rations à 1 130 FCFA/j (212 jours)	239 560	21,3	239 560	18,3
5 mois de rations à 600 FCFA/j (153 jours)	91 800	8,2	91 800	7,0
2 bassines d'eau à 50 FCFA/jour	36 500	3,2	36 500	2,8
<b>Sous-total 1</b>	<b>367 860</b>	<b>32,8</b>	<b>367 860</b>	<b>28,1</b>
<b>2. Frais annuels</b>				
Taxe communale	24 000	2,1	31 200	2,4
Pneus (2 paires à 4 000 FCFA)	8 000	0,7	8 000	0,6
Fers (4 fers à 800 FCFA tous les 15 jours)	20 800	1,9	20 800	1,6
Entretien trimestriel attelage	8 476	0,8	8 476	0,6
Frais vétérinaires				
- vaccination contre la peste	1 000	0,1	1 000	0,1
- vaccination contre le tétanos	1 500	0,1	1 500	0,1
- autre soins (provisions)	1 000	0,1	1 000	0,1
Cravache (1 par trimestre)	3 488	0,3	3 488	0,3
<b>Sous-total 2</b>	<b>68 264</b>	<b>6,1</b>	<b>75 464</b>	<b>5,8</b>
<b>Total des charges monétaires</b>	<b>436 124</b>	<b>38,8</b>	<b>443 324</b>	<b>33,8</b>
<b>3. Amortissement</b>				
Cheval (sur 6 ans)	10 624	0,9	10 624	0,8
Charrette ou fiacre (sur 6 ans)	8 197	0,7	8 197	0,6
Harnais (sur 2 ans)	3 597	0,3	3 597	0,3
Klaxon (sur 2 ans)	715	0,1	715	0,1
Mangeoire (sur 2 ans)	750	0,1	750	0,1
<b>Total des amortissements</b>	<b>13 259</b>	<b>1,2</b>	<b>13 259</b>	<b>1,0</b>
<b>4. Recettes (chiffre d'affaires)</b>				
Courses (312 jours de travail)**	1 123 200	100	1 310 400	100
<b>5. Marge brute annuelle</b>	<b>687 076</b>	<b>61,2</b>	<b>867 076</b>	<b>66,2</b>
<b>6. Marge nette annuelle</b>	<b>673 817</b>	<b>60,0</b>	<b>853 817</b>	<b>65,2</b>
<b>7. Recette journalière</b>	<b>3 600</b>	<b>-</b>	<b>4 200</b>	<b>-</b>
<b>8. Marge brute journalière</b>	<b>2 202</b>	<b>61</b>	<b>2 779</b>	<b>66</b>
<b>9. Marge nette journalière</b>	<b>2 160</b>	<b>60</b>	<b>2 737</b>	<b>65</b>

\* FCFA = francs CFA

\*\* 12 courses à 300 FCFA (fiacres) et 7 courses à 600 FCFA (charrettes)

Cas d'un propriétaire car le salaire du cocher n'est pas pris en compte

trop longue utilisation et au rythme élevé de leur exploitation. Compte tenu des tarifs pratiqués, les propriétaires rognait sur l'entretien de leur animal et sur celui de l'attelage, ce qui expliquait le mauvais état des chevaux et le recours au matériel d'occasion. De plus, l'éclairage public urbain n'étant pas généralisé, le défaut de signalisation (catadioptrés et éclairage) rendait les charrettes dangereuses à la tombée de la nuit.

### Résultats économiques

Avec des chiffres d'affaires moyens quotidiens respectifs de 3 600 et 4 200 FCFA pour un travail de six jours par semaine, les fiacres et les charrettes ont généré une marge brute quotidienne moyenne de 2 202 et 2 779 FCFA, soit 61 et 66 p. 100 de leur chiffre d'affaires quotidien. Les charrettes sont apparues légèrement plus rentables car leurs tarifs étaient plus élevés. Bien qu'ayant la possibilité de faire plus de courses, les fiacres étaient astreints à

des tarifs plus bas car ils étaient évidemment fortement concurrencés par les autres moyens de transport. Cependant, les tarifs des fiacres dont l'itinéraire dépendait de la destination de l'usager devenaient compétitifs par rapport aux tarifs du transport urbain dès que l'usager s'écartait des axes routiers fréquentés par les taxis clandos et les cars rapides. Les charrettes, quant à elles, sont restées sans concurrent réel pour le transport des fardeaux et des charges intermédiaires dans les quartiers.

La marge brute ou gain net monétaire pouvait ainsi atteindre 687 000 FCFA par an pour un fiacre. Ce montant représentait 5,5 fois le capital investi (cheval, attelage et accessoires), en moyenne 124 500 FCFA. Pour une charrette, la marge brute était de 867 000 FCFA, soit sept fois le capital investi qui était dans ce cas évalué à 121 150 FCFA. En prenant la valeur modale des versements aux propriétaires qui était de 1 500 FCFA par jour, le capital correspondait à trois mois d'activités, si les versements étaient entièrement destinés à son recouvrement. Il s'ensuit un coût

d'opportunité du capital nettement plus intéressant qu'avec l'épargne bancaire qui rapportait au mieux 8 à 9 p. 100 par an au moment de l'enquête. Depuis 1995, cette tendance s'est renforcée avec la baisse du taux d'épargne bancaire à 3,5 p. 100 et la stabilisation à 5,5 p. 100 de l'inflation qui avait été très forte (30 p. 100) après la dévaluation du franc CFA.

Si l'on prend deux chevaux par attelage, le gain quotidien pourrait être évalué entre 1 200 et 1 500 FCFA pour un même nombre de courses. En réalité, l'utilisation de deux chevaux était plus courante en période de forte demande comme pendant les fêtes. L'analyse a été limitée ici au cas de l'attelage avec un seul cheval.

La traction hippomobile était un secteur générateur d'emplois rémunérés à 36 000 FCFA pour 24 jours de travail. Cette rémunération correspondait à une rémunération horaire de 187,5 FCFA, soit 10 p. 100 de moins que le salaire minimum interprofessionnel garanti (209,10 FCFA). Elle correspondait aussi à 2 p. 100 de plus que le salaire minimum agricole garanti (182,95 FCFA). De tels rapports expliquent l'attrait que représentait le travail de cocher pour les jeunes ruraux, surtout pendant les mois de saison sèche. A ce titre, la traction hippomobile a fourni près de 700 emplois à Thiès alors que le secteur concurrent des taxis urbains a concerné 500 chauffeurs de taxis. Les cars rapides, au nombre de 70, ont certainement occupé trois fois plus de personnes (chauffeurs et aides ou « apprentis »).

En plus d'un niveau appréciable de valorisation d'une main d'œuvre non qualifiée, le transport hippomobile urbain a entraîné des effets additionnels indirects sur les marchands d'aliments, les fabricants de charrettes et de harnais, sans oublier la satisfaction de la demande des usagers. Le niveau du gain net journalier estimé était relativement faible et il a entraîné un conflit d'intérêts inévitable étant donné les sommes de 1 000 à 1 500 FCFA par jour réclamées par les propriétaires. Un tel conflit a expliqué la forte tendance des cochers à satisfaire toute demande de transport nonobstant l'état du cheval. Par ailleurs, le poste alimentaire représentait 33 et 28 p. 100 du chiffre d'affaires respectivement pour les fiacres et les charrettes (tableau VI). Son niveau peut expliquer la tendance des propriétaires à rogner sur les dépenses en aliments et à ne pas satisfaire correctement les besoins d'entretien et de production des chevaux.

Il ressort de cette étude que la traction hippomobile est une prestation de service rentable quand sa demande est stable. Les hypothèses présentées dans le tableau VII permettent de donner des indices réalistes sur l'importance économique du transport hippo-

mobile. Le transport hippomobile apparaît comme un secteur économique important s'il fonctionne pleinement et même s'il ne fonctionne qu'à 50 p. 100 de ses potentialités (156 jours de travail par an au lieu de 312). Il peut générer, en outre, de substantiels appoints pour les recettes municipales de l'ordre de 12 à 18 millions de FCFA (tableau VII). Ces résultats attestent du rôle économique de la traction hippomobile en plus de ses effets sociaux induits.

### Recommandations

Il faut souligner que le transport hippomobile rencontre des difficultés qui limitent ses performances et sa participation à l'économie nationale. Il importe donc que des mesures idoines soient prises par les différents partenaires de la filière de la traction hippomobile urbaine. Les recommandations ci-dessous peuvent être faites par ordre de priorité aux principaux intéressés.

**Propriétaires** : hygiène des points de repos et écuries, amélioration de l'alimentation et son adaptation aux dépenses énergétiques, soins réguliers des chevaux, vaccinations et déparasitage, mise au travail à 4 ans, hygiène de travail et du harnachement, amélioration et entretien des attelages (le coût de ces mesures n'étant pas compensé par des recettes supplémentaires ni par une réduction des coûts de l'investissement, il y aura lieu de prévoir des mesures incitatives), sensibilisation des cochers au code de la route, organisation en syndicat des cochers et des propriétaires pour la gestion de leurs activités.

**Service vétérinaire et Bureau du cheval** : relevé statistique régulier, amélioration des conditions d'accès au crédit, bonne vulgarisation des visites sanitaires et du livret signalétique et sanitaire, vaccinations obligatoires (peste équine, tétanos), prophylaxie de la lymphangite, conception et vulgarisation d'un système d'assurance.

**Autorités communales et police** : améliorations juridiques (réglementation, taxes), abandon du harcèlement et de la répression, utilisation d'une partie des taxes collectées pour des actions spécifiques en faveur de la traction hippomobile (santé, amélioration génétique).

**Recherche** : indicateurs de conformation ou note d'état corporel adaptés pour la traction hippomobile et le travail agricole, programme d'amélioration génétique (caractères pour la traction), séro-surveillance, adaptation des attelages (charrettes et fiacres), messages adaptés pour l'alimentation (formulation de rations).

Tableau VII

Importance économique de la traction hippomobile à Thiès (x 1 000 FCFA)

Hypothèses	312 jours de travail par an				156 jours de travail par an			
	CA	MB	Taxes <sup>1</sup>	Taxes <sup>2</sup>	CA <sup>3</sup>	MB <sup>4</sup>	Taxes <sup>1</sup>	Taxes <sup>2</sup>
Fiacres n = 450	505 440	309 184	10 800	6 480	252 720	564 642	10 800	6 480
Charrettes n = 250	327 600	216 769	7 800	4 680	163 800	529 690	7 800	4 680
Total n = 700	833 040	525 953	18 600	11 160	416 520	109 433	18 600	11 160

1. Hypothèse : taxes à 100 p. 100 de recouvrement

2. Hypothèse : taxes à 50 p. 100 de recouvrement

3. CA = chiffre d'affaires

4. MB = marge brute

## ■ CONCLUSION

L'analyse de l'état du transport hippomobile face à l'hégémonie de ses coûteux substituts modernes et la compréhension de ses perspectives économiques au Sénégal peuvent contribuer à mieux éclairer les options qui sont élaborées pour réajuster la structure des économies africaines et promouvoir leur réel développement.

Pour un travail de six jours par semaine, les fiacres et les charrettes génèrent un gain monétaire net quotidien moyen de 2 202 et 2 779 FCFA. Une telle marge brute permet aux propriétaires et aux cochers d'avoir une activité rémunératrice dans un contexte fortement affecté par le chômage. La rémunération équivalait à seulement 10 p. 100 de moins que le salaire minimum interprofessionnel garanti et aussi à 2 p. 100 de plus que le salaire minimum agricole garanti.

Considérée comme un mal nécessaire, une nuisance et une source de dérangement voire d'insécurité sur les axes routiers urbains, la traction hippomobile reste toujours un service utile pour une clientèle urbaine provenant de toutes les couches sociales. Grâce à son accessibilité, à la modicité des tarifs pratiqués et enfin à la disponibilité des cochers à sillonner tous les quartiers, les fiacres et les charrettes resteront longtemps encore une composante de la circulation urbaine, surtout dans les villes secondaires du Sénégal. Une plus grande tolérance et un soutien approprié des pouvoirs publics et des autorités communales permettraient d'exploiter plus efficacement leurs potentialités et leur importance économique.

## BIBLIOGRAPHIE

1. CAMARA B., 1994. Economie du transport hippomobile urbain. Cas de la commune de Rufisque. Mémoire, Ecole nationale des cadres ruraux de Bambey, Bambey, Sénégal, 69 p.
2. DE FRANCO H.C., 1905. Etude sur le cheval en Afrique occidentale. Melun, France, Imprimerie administrative, 109 p.
3. DIRECTION DE L'ELEVAGE, 1993. Plan d'action de l'élevage équin. Dakar, Sénégal, Ministère de l'agriculture, 26 p.

## Summary

**Ly C., Fall B., Camara B., Ndiaye C.M.** Urban draft horses in Senegal. Situation and economic value in the city of Thies

The study describes the situation and economic value of draft horses in urban and suburban Senegal, with a focus on the city of Thies. One hundred horse cars (64 cabs and 36 carts) were randomly chosen and their drivers interviewed. The data were about drivers, horses, characteristics and management of carts and also economic results (costs and returns). For six working days a week, cabs and carts generated for their owners an average daily monetary net gain of about 61% (2202 CFA francs) and 66% (2779 CFA francs) of their daily turnover (3600 and 4200 CFA francs, respectively). Carts seemed slightly more profitable since their fares were higher. The economic worth of the horses is shown and recommendations are made to improve performances and to integrate them into the national economy.

**Key words:** Horse - Transport - Urban area - Economic value - Animal drawn vehicle - Cart - Hitch - Cost benefit analysis - Senegal.

4. DJIMADOUM J., 1994. Dominantes pathologiques chez les chevaux de trait urbains dans la région de Dakar. Résultats d'une enquête clinique. Thèse méd. vét., EISMV, Dakar, Sénégal, 63 p. (n° 19)
5. DOUTRESSOULLE G., 1947. L'élevage en Afrique occidentale française. Paris, France, Editions Larose, 298 p.
6. DOUTRESSOULLE G., 1952. L'élevage au Soudan français. Son économie. Alger, Algérie, Imbert, 374 p.
7. EPSTEIN H., 1971. The origin of the domestic animals of Africa, vol. II. New York, USA, Africana Publishing, 719 p.
8. FALL A.B., 1988. Les lymphangites équinnes au Sénégal - Epidémiologie et étiologie. Thèse méd. vét., EISMV, Dakar, Sénégal, 93 p. (n° 51)
9. FAO, 1992. Annuaire de la santé animale. Rome, Italie, FAO.
10. FAYE A., 1989. Le rôle du cheval dans le développement rural en zone sahélo-soudanienne du Sénégal. L'exemple du sud du bassin arachidier. *Cah. Rech. Dév.*, 21 : 19-29.
11. FIELDING D., 1991. The number and distribution of equines in the world. In: Fielding D., Pearson R.A. eds., Donkeys, mules and horses in tropical agricultural development. Edinburgh, UK, University of Edinburgh, p. 62-66.
12. JARRIGE R., MARTIN-ROSSET W., eds., 1984. Le cheval. Reproduction, sélection, alimentation, exploitation. Paris, France, Inra, 350 p.
13. LARRAT R., 1947. L'élevage du cheval au Sénégal. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1 : 257-265.
14. LAVALARD E., 1894. Le cheval dans ses rapports avec l'économie rurale et les industries de transport. Paris, France, Librairie de Firmin-Didot, 938 p.
15. NDIAYE M., 1978. Contribution à l'étude de l'élevage du cheval au Sénégal. Thèse méd. vét., EISMV, Dakar, Sénégal, 183 p. (n° 15)
16. NDOYE D.P., 1988. Le cheval de course au Sénégal. Thèse méd. vét., EISMV, Dakar, Sénégal, 126 p. (n° 29)
17. PECAUD J., 1927. Les chevaux de notre colonie du Tchad. Paris, France, L. Fournier, 55 p.
18. SPSS, 1994. Statistical package for the social sciences. Chicago, IL, USA, SPSS.

Accepté le 2.10.98

## Resumen

**Ly C., Fall B., Camara B., Ndiaye C.M.** El transporte urbano con equinos en Senegal - Situación e importancia económica en la ciudad de Thies

El presente estudio describe la situación y analiza la importancia económica de la tracción urbana y peri urbana generada por equinos en Senegal, a partir del caso de la ciudad de Thies. Se escogieron al azar cien atelajes (64 coches y 36 carretas) y se interrogó a los cocheros. Los datos recolectados concernieron a los cocheros y a los caballos, las características y el manejo de los atelajes y, finalmente, los resultados económicos (costos, recetas y ganancias). Para un trabajo de seis días por semana, los coches y las carretas generaron, para el propietario del atelaje, una ganancia monetaria neta cotidiana media equivalente a 61% (2 202 francos CFA) y 66% (2 779 FCFA) del respectivo monto de negocio diario (3 600 y 4 200 FCFA). Las carretas parecen ser ligeramente más rentables, ya que las tarifas fueron más elevadas. La importancia económica del caballo se ilustra y se dan recomendaciones para mejorar los rendimientos y la participación en la economía nacional.

**Palabras clave:** Caballo - Transporte - Zona urbana - Valor económico - Vehículo de tracción animal - Carreta - Enganche - Análisis de costos y beneficios - Senegal.



# Production de velours chez le cerf rusa (*Cervus timorensis rusa*) en Nouvelle-Calédonie : appréciation quantitative et qualitative du produit obtenu au stade d'aplatissement du merrain de la seconde branche

S. Le Bel <sup>1\*</sup> Ph. Chardonnet <sup>2</sup> M. Salas <sup>1</sup>

## Mots-clés

Cervidae - *Cervus timorensis rusa* -  
Andouiller - Production animale -  
Teneur en azote - Teneur en cendres -  
Teneur en lipides - Teneur en eau -  
Nouvelle-Calédonie.

## Résumé

Le velours de 13 cerfs rusa (*Cervus timorensis rusa*) âgés de 3 à 5 ans a été récolté pendant deux campagnes de cinq mois après  $63 \pm 2$  jours de pousse. Le poids de velours récolté (Pvt) a oscillé de 314 à 1 225 g pour un poids moyen de  $707 \pm 142$  g. Les facteurs saison de récolte et poids du cerf ont eu un effet significatif sur la production de velours. Au stade de récolte choisi, le velours avait la forme d'un V asymétrique dont la taille des branches était de  $15,4 \pm 1,2$  et  $24,0 \pm 1,5$  cm. Une équation de prédiction permet d'estimer la quantité de velours à récolter avant la coupe à partir des dimensions de celui-ci. Les analyses chimiques pratiquées montrent que le velours contient après dessiccation en moyenne 39 p. 100 de cendres, 57 p. 100 de matière protéique et 1 p. 100 de lipides. Les analyses par sections ont révélé que le velours est un produit hétérogène avec un gradient de la base vers les apex pour l'humidité, les teneurs en matière azotée et en matière grasse, et des apex vers la base pour la teneur en cendres brutes. Des équations de prédiction ont permis de calculer la teneur en matière grasse du produit à partir de la teneur des autres éléments. Par rapport au cerf élaphe (*Cervus elaphus*), le cerf rusa est handicapé par une saison de récolte étalée, un niveau de production limité à 1,2 kg par animal et un produit relativement pauvre en lipides.

## ■ INTRODUCTION

La dénomination « velours de cerf » s'applique au bois de cervidés récolté en cours de croissance, l'appellation velours venant de l'aspect velouté de la peau qui recouvre le bois. Cette production mésodermique fait l'objet d'une forte consommation en Asie du Sud-Est, notamment en Corée et à Hong Kong où il est utilisé pour la pharmacopée traditionnelle (12).

La demande en velours de cerfs rouges (*Cervus elaphus*) alimente un courant d'exportation soutenu des pays d'élevage du cerf vers

les marchés asiatiques. A ce titre la Nouvelle-Zélande a exporté 200 tonnes de velours en 1994 pour une valeur marchande FOB de 60 millions de dollars nouveaux-zélandais (11).

Le velours des cerfs tropicaux (rusa, sambar, sika), traditionnellement consommé dans la zone indochinoise, fait l'objet d'un circuit de commercialisation informel de proximité. Le cerf rusa (*Cervus timorensis rusa*), introduit en Nouvelle-Calédonie depuis 1870, fournit ainsi un velours consommé par la communauté asiatique du Territoire. Bien qu'aucune production ne soit organisée, les élevages de cerfs sont régulièrement sollicités pour fournir des échantillons de velours aux pays asiatiques de la zone (Thaïlande, Malaisie, Hong Kong).

L'objectif de l'expérimentation était de caractériser le velours de cerf rusa sur le plan quantitatif en précisant notamment le poids de velours récoltable par cerf ainsi que ses dimensions. La valeur d'un velours étant notamment liée à sa teneur en lipides (6), l'expérimentation a consisté dans un second temps à préciser la composition chimique du velours de cerf rusa en examinant s'il était possible de prédire ce paramètre au moment de la récolte.

1. Cirad-emvt, BP 25, 98890 Païta, Nouvelle Calédonie

2. Cirad-emvt, Campus international de Baillarguet, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1, France

\* Auteur pour la correspondance

Email : lebel@cirad.nc

## MATERIEL ET METHODES

L'élevage expérimental de cerf rusa du Cirad-emvt est situé dans la station zootechnique de Port-Laguerre à une trentaine de kilomètres au nord de Nouméa, sur la façade ouest de la Grande Terre. La station bénéficie d'un climat de type tropical océanique, caractérisé par l'alternance irrégulière de trois saisons : chaude et humide (de janvier à mi-avril), fraîche (de mi-avril à août), puis sèche (de septembre à décembre).

Le cadre de l'expérimentation était une zone de pâturage améliorée de 10 ha, peu accidentée et non embuissonnée, et a concerné 14 cerfs rusa mâles adultes de 3 à 5 ans provenant du cheptel de Port-Laguerre.

### Observation de la croissance des velours

Deux campagnes de récolte ont été menées, en 1993 puis en 1994. L'observation de la croissance des velours s'est effectuée à l'occasion de la première campagne de récolte.

En début d'année, les animaux, regroupés dans une parcelle dès janvier, ont été observés quotidiennement à la jumelle afin de noter pour chacun d'eux la date de chute du premier bois dur (J0 = début de pousse des velours) et la croissance des velours. La date de récolte des velours était fixée quand l'extrémité du merrain de la 2<sup>e</sup> branche s'aplatissait pour se diviser (figure 1). L'intervalle de temps entre la chute des bois précédents et le jour de la récolte était appelé durée de pousse (Dp) du velours, exprimée en jours.

### Collecte du velours

Dès qu'un cerf se trouvait au stade de récolte défini précédemment, il était sorti du troupeau et immobilisé dans le piège à contention. La récolte s'est effectuée par ablation chirurgicale sous anesthésie locale (3 injections de 2,5 cc de Lurocaïne<sup>ND</sup> autour du pivot) en coupant chaque velours à 2 cm au-dessus de la couronne.

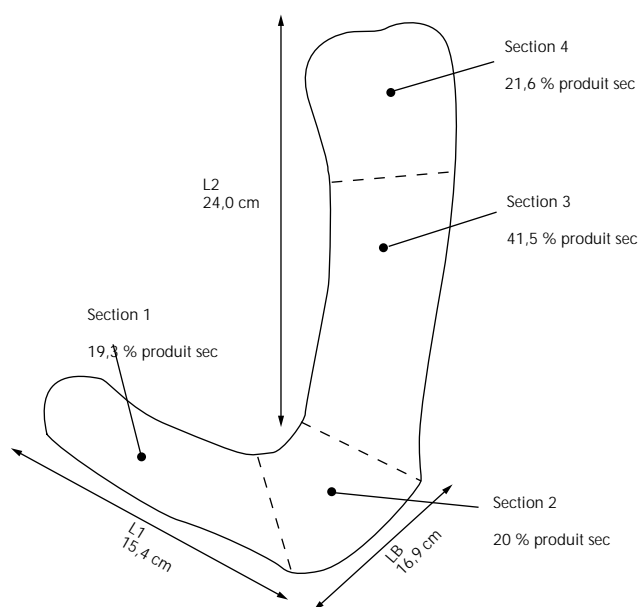


Figure 1 : stade de récolte et sections du velours.

Après le retrait du garrot, l'animal a été pesé, puis relâché. Les velours, une fois récoltés, ont été inclinés à 45°, l'extrémité vers le bas. Après identification, ils ont été congelés à -18 °C.

### Mesures et analyses chimiques

Les velours gauche et droit de chaque cerf ont été mesurés à l'aide d'un mètre à ruban : longueur de la première pointe (L1), longueur de la seconde pointe (L2), périmètre à la base (LB). Chaque velours a ensuite été pesé séparément (Pv). Le poids total de velours récolté par cerf (Pvt) était la somme des poids du velours gauche et droit de l'animal (Pvt = Pv gauche + Pv droit).

Chaque cerf a donc été caractérisé par un âge (Age), un poids vif (Pvc), une saison de récolte (Sr), une durée de pousse et un poids total de velours récolté.

Chaque velours a ainsi été caractérisé par un poids de velours (Pv) et trois longueurs (L1, L2 et LB).

Les analyses chimiques ont porté sur les produits de la première campagne de récolte, soit 14 velours. Pour chaque animal, le velours droit a été subdivisé en quatre sections, numérotées de 1 à 4 (figure 1). Chaque section a été pré-dessiquée à 70 °C, broyée et soumise aux analyses chimiques suivantes : taux d'humidité, teneur en cendres, teneur en matière azotée et teneur en lipides. Ce dernier composant a particulièrement retenu l'attention des auteurs dans la mesure où il a permis de qualifier un velours (6).

Les méthodes d'analyse chimique utilisées dans cet essai étaient les suivantes :

- détermination de l'humidité par dessiccation à 103 °C (NF V04-401, janv. 68) ;
- détermination des cendres brutes (NF V04-404, janv. 68) ;
- détermination de l'azote total selon la méthode de Kjeldahl (NF V04-407, août 72). La teneur en matière protéique est obtenue en multipliant la teneur en azote par 6,25 ;
- détermination de la teneur en matière grasse totale par traitement à l'acide chlorhydrique et extraction à l'éther diéthylique (NF V04-402, janv. 68).

Les teneurs en humidité ont été exprimées en pourcentage de la matière fraîche. Les teneurs en cendres, matière protéique et matière grasse ont été exprimées en pourcentage de la matière sèche.

### Analyses statistiques

Afin de comparer les quantités de Pvt obtenues selon les différentes classes d'âge, les saisons et en relation avec le Pvc des animaux, une analyse de covariance sur la variable Pvt en fonction des facteurs Age et Sr a été réalisée avec Pvc en covariable (procédure Manova SPSS/PC + version 5.0 (16)). Une analyse de variance (procédure Anova SPSS/PC + version 5.0 (16)) a été pratiquée sur la composition chimique du velours des différentes sections afin d'identifier l'existence de gradients de concentration. L'analyse a été réalisée sur l'arc sinus des valeurs obtenues.

Afin de mesurer l'effet des facteurs quantitatifs sur le poids de velours récolté par cerf, on procède à des tests de corrélation et à des régressions multiples pas à pas (procédure régression SPSS/PC + version 5.0 (16)). Le même type d'analyse est pratiquée sur la composition chimique du velours afin d'établir une équation de prédiction de la teneur en lipides.

## ■ RESULTATS

### Résultats des campagnes de récolte

Les résultats des deux campagnes de récolte figurent dans le tableau I. Treize cerfs sur 14, âgés de 3 à 4 ans et pesant  $78 \pm 4,5$  kg, ont été prélevés au cours de la première campagne, puis 9, âgés de 4 à 5 ans et pesant  $91 \pm 7,1$  kg, à l'occasion de la seconde campagne.

Le Pvt moyen récolté par cerf était de  $582 \pm 99$  g pour la première campagne et de  $886 \pm 309$  g pour la seconde campagne. Le Pvt récolté pendant les deux campagnes était de 15,5 kg, pour une valeur moyenne de  $707 \pm 142$  g (minimum 314 g, maximum 1 665 g).

Pour les deux campagnes, 64 p. 100 (n = 14) des récoltes ont été réalisées en saison chaude de janvier à mi-avril et 36 p. 100 (n = 8) en saison fraîche de mi-avril à août. Pour un stade donné (aplatissement du merrain de la seconde branche), le velours a été récolté après  $63 \pm 2$  jours de croissance (n = 13, minimum 57 jours, maximum 69 jours).

Les pesées des différentes sections (1 à 4) après dessiccation ont permis d'évaluer leur importance relative en pourcentage de produit sec (figure 1). Une analyse de variance (tableau II) a été réalisée sur l'arc sinus de cette variable en prenant comme facteur explicatif la portion de velours avec quatre modalités : les sections 1, 2, 3 et 4. L'effet du facteur retenu était significatif ( $p < 0,001$ , 48 p. 100 de variance expliquée). Le calcul des moyennes par section a montré que le premier andouiller (section 1) et la base du velours (section 2) contenaient chacun 1/5 du produit sec, respectivement 19,3 et 20,4 p. 100 du produit sec. La seconde pointe divisée en deux sections, section 3 (41,5 p. 100) et section 4 (21,6 p. 100) représentait les 3/5 du poids sec d'un velours.

### Poids de velours récolté et facteurs de variation

Les campagnes de récolte menées en 1993 et 1994 ont souligné la variabilité du poids de velours récolté par cerf. Deux types de facteurs étaient susceptibles d'expliquer cette variabilité : des facteurs liés à l'animal (âge, poids du cerf) ou à la récolte (durée de pousse des velours au moment de la collecte, période de la récolte).

L'étude d'une matrice de corrélation (tableau III) entre les facteurs quantitatifs Age, Dp, Pvc et Pvt montre qu'il existe une série de corrélations significatives entre les facteurs Pvc, Pvt et Age. Le facteur Dp n'apparaît pas intéressant pour expliquer les variations observées.

L'âge et le poids du cerf étant partiellement liés par une régression significative ( $Pvc = 8,8 * Age + 49,5$  ;  $p < 0,01$  ; écart-type résiduel = 8,8 kg ;  $r^2 = 0,30$ ), une analyse de covariance portant sur les deux campagnes de récolte a été réalisée sur la variable Pvt en prenant comme facteurs explicatifs Age et Sr et Pvc comme covariable avec les modalités suivantes :

- facteur âge : 3 classes (3, 4 et 5 ans) ;
- facteur saison de récolte : 2 classes (saison chaude, saison fraîche).

L'hypothèse d'égalité entre les pentes des droites de régression des différentes modalités des facteurs explicatifs a été préalablement vérifiée. La régression entre Pvt et Pvc était significative ( $t = 2,29$ ,  $p = 0,04$ ). Pvc apparaît (tableau IV) comme la principale variable expliquant significativement les variations de production observées. La saison a eu un léger effet significatif ( $p < 0,1$ ) en faveur de la saison des pluies (tableau IV). Les différences de poids

Tableau I

Résultats des deux campagnes de récolte

	Première récolte (effectif)	Deuxième récolte (effectif)	Toutes les récoltes (effectif, mini-maxi)
Poids du cerf (Pvc en kg)	$78,4 \pm 4,5$ (13)	$91,0 \pm 7,1$ (9)	$83,5 \pm 4,6$ (22, 68-105)
Durée de pousse (Dp en jours)	$63 \pm 2$ (13)	Pas d'observation	$63 \pm 2$ (13, 57-69)
Poids des velours (Pvt en g)	$582 \pm 99$ (13)	$886 \pm 309$ (9)	$707 \pm 142$ (22, 314-1 665)

Tableau II

Résultats de l'analyse de variance sur le pourcentage en produit sec avec comme facteur explicatif la zone de section

Variable	Facteurs de variation	Somme des carrés	Degré de liberté	Carré moyen	Valeur de F	Signification
Arc sinus % produit sec	Section Variance résiduelle	0,565 0,223	3 50	0,188 0,004	42,2	$p < 0,001$
% moyen en produit sec	Section 1 (effectif)	Section 2 (effectif)	Section 3 (effectif)	Section 4 (effectif)		
	$19,3 \pm 1,2$ (13)	$20,4 \pm 0,9$ (13)	$41,5 \pm 2,6$ (14)	$21,6 \pm 1,1$ (14)		

Tableau III

Matrice de corrélation entre les facteurs âge, poids vif du cerf, poids total de velours récolté et durée de pousse

	Pvc (effectif)	Pvt (effectif)	Dp (effectif)	Age
Pvc	1,00			
Pvt	0,67 ** (22)	1,00		
Dp	0,16 NS (13)	0,28 NS (13)	1,00	
Age	0,55 * (22)	0,61 * (22)	0,16 NS (13)	1,00

\*  $p < 0,01$

\*\*  $p < 0,001$

NS : non significative,  $p > 0,05$

de velours récoltés selon l'âge s'expliquent donc en grande partie par les différences de poids entre les animaux. Le calcul des moyennes ajustées (tableau IV) montre que le Pvt oscillait de 612 à 771 g pour des animaux de 3 à 5 ans. L'effet saison de récolte s'est traduit par une diminution significative du poids de la récolte en saison fraîche de 20 p. 100 environ (773 g/623 g).

### Prédiction des quantités de velours récoltées

#### Mensuration des velours récoltés

Les mensurations effectuées ont porté sur 37 des 44 velours récoltés pendant les deux campagnes (tableau V). Sept velours détériorés ont été retirés de l'effectif. Au stade d'aplatissement du merrain de la seconde branche, le velours récolté avait la forme d'un V asymétrique dont les deux branches mesuraient en moyenne respectivement  $15,4 \pm 1,2$  et  $24,0 \pm 1,5$  cm. La base du V avait une circonférence moyenne de  $16,9 \pm 0,7$  cm, c'est-à-dire proche de la taille du premier andouiller (figure 1).

Afin d'apprécier l'effet âge sur la morphologie du velours au moment de la récolte, des analyses de variance ont été réalisées sur la variable mensuration en prenant comme facteur explicatif l'âge des cerfs selon trois classes : 3, 4 et 5 ans (tableau VI). Si les sujets âgés de 5 ans ont effectivement présenté des velours un tiers (38 p. 100) plus grand qu'à 3 ans (LT), l'analyse statistique révèle que cet accroissement concerne surtout L1 qui double presque de taille (+ 82 p. 100) alors que L2 n'augmente que de 33 p. 100.

Tableau V

Mensurations des velours récoltés en cm (n = 37)

Variable	Moyenne	Minimum/maximum
L1	$15,4 \pm 1,2$	2,0/22,5
L2	$24,0 \pm 1,5$	16,0/33,0
LB	$16,9 \pm 0,7$	10,0/20,0

#### Prédiction du poids d'un velours en fonction de sa taille

L'étude d'une matrice de corrélation entre Pv et L1, L2 et LB montre qu'il existe des corrélations significatives entre les Pv et les différents facteurs (tableau VII).

Une régression multiple pas à pas a été réalisée sur le Pv (en g) en prenant comme variables explicatives les mesures L1, L2 et LB (en cm). La régression est significative et l'équation de prédiction du Pv s'exprime en fonction des trois mesures.

$Pv = 8 L1 + 16 L2 + 19 LB$  ( $p < 0,001$  ;  $n = 37$  ; écart-type résiduel = 54 g,  $r^2 = 0,84$ ).

La valeur élevée du  $r^2$  signifie que l'équation est fiable pour prédire le poids d'un velours.

Cette équation s'avérant néanmoins difficile à utiliser sur le terrain, trois régressions ont été menées sur le facteur Pv en prenant comme mesure explicative chacune des mensurations (L1, L2, LB).

Tableau IV

Résultats de l'analyse de covariance sur la variable Pvt en prenant comme facteurs explicatifs l'âge du cerf, la saison de récolte et comme covariable le poids du cerf

	Somme des carrés	Degré de liberté	Carré moyen	Valeur de F	Signification
Régression (covariable)	159 814	1	159 814	5,21	0,04
Constante	16 507	1	16 507	0,54	0,48
Age	36 624	2	18 312	0,6	0,56
Saison	106 316	1	106 316	3,47	0,08
Intra-cellules	429 331	14	30 666		

#### Calcul des moyennes ajustées (g) selon l'âge et la saison de récolte

Age de la récolte	3 ans	4 ans	5 ans
	612	712	771
Saison de récolte	Saison des pluies	Saison fraîche	
	773	623	

Tableau VI

Résultats de l'analyse de variance sur les longueurs L1, L2 et LB avec l'âge comme facteur

Variable	Source de variation	Somme des carrés	Degré de liberté	Carré moyen	Valeur de F	Signification
L1	Effet âge	287,4	2	143,7	20,0	p < 0,001
	Variance résiduelle	244,2	34	7,2		
L2	Effet âge	167,3	2	83,7	5,1	p < 0,01
	Variance résiduelle	554,4	34	16,3		
LB	Effet âge	37,9	2	18,9	4,7	p < 0,05
	Variance résiduelle	136,3	34	4,0		

Calcul des moyennes ajustées (cm) selon l'âge des cerfs (effectif)				
	3 ans	4 ans	5 ans	Variation entre 3 et 5 ans en %
L1	11,0 (9)	16,3 (24)	20,3 (4)	+ 82
L2	20,6 (9)	24,8 (24)	27,4 (4)	+ 33
LB	15,2 (9)	17,6 (24)	16,6 (4)	+ 9

Tableau VII

Matrice de corrélation entre le poids d'un velours récolté (Pv) et ses mensurations (L1, L2, LB)

Corrélations (n = 37)	Pv	L1	L2	LB
Pv	1,00			
L1	0,74 **			
L2	0,82 **	0,62 **	1,00	
LB	0,61 **	0,47 **	0,31 NS	1,00

\*\* p &lt; 0,001

NS : non significatif, p &gt; 0,05

Les trois équations de régression étaient significatives (p < 0,001). En raison de la valeur du r<sup>2</sup> et de l'écart-type résiduel (Ectr), l'équation n° 2 est à retenir en pratique pour évaluer avant la récolte le poids d'un velours au stade d'aplatissement du merain de la seconde branche.

- n° 1 : Pv = 25 L1 - 34 (F = 42, p < 0,001 ; n = 37 ; Ectr = 87 g, r<sup>2</sup> = 0,55) ;

- n° 2 : Pv = 23 L2 - 215 (F = 70, p < 0,001 ; n = 37 ; Ectr = 75 g, r<sup>2</sup> = 0,67) ;

- n° 3 : Pv = 35 LB - 254 (F = 21, p < 0,001 ; n = 37 ; Ectr = 103 g, r<sup>2</sup> = 0,37).

### Composition biologique du velours de cerf rusa

#### Composition globale

Les résultats d'analyses globales pratiquées sur les velours montrent que le produit récolté contenait 32 p. 100 de matière sèche (32,3 ± 1,7 ; n = 13). Après dessiccation, le produit sec contenait en moyenne 39 p. 100 de cendres, 57 p. 100 de matière protéique et 1 p. 100 de lipides (tableau VIII).

#### Gradients de concentration

Pour ce qui est des résultats par section de velours (1 à 4), des analyses de variances ont été réalisées sur l'arc sinus des variables

Tableau VIII

Composition globale du velours de cerf rusa en % de la matière sèche (n = 13)

	Moyenne	Minimum/maximum
Teneur en cendres	39,1 ± 1,6	33,0/43,0
Teneur en protéines	56,9 ± 1,5	52,9/63,6
Teneur en lipides	1,2 ± 0,1	0,9/1,5

teneur en eau (Humidité), teneur en cendres brutes (Cendres), teneur en matière protéique (MP) et teneur en matière grasse (MG) en prenant comme facteur explicatif la portion de velours avec quatre modalités : les sections 1, 2, 3 et 4.

L'analyse du tableau IX montre que le velours est un produit hétérogène sur le plan qualitatif. Il existe des gradients (figure 2), d'une part, de la base vers les apex pour l'humidité, les teneurs en matière azotée et en matière grasse et, d'autre part, des apex vers la base pour la teneur en cendres brutes.

La partie la plus riche en lipides, donc la plus intéressante sur le plan pharmacologique pour la préparation de pantocrine (extrait alcoolique de velours), est le dernier tiers de la 2<sup>e</sup> pointe où la teneur en lipides est en moyenne de 2,13 ± 0,11 p. 100.

#### Prédiction de la teneur en matière grasse

La teneur en lipides étant un élément intéressant à prédire (fabrication de pantocrine), une série de tests de corrélation et de régression a été réalisée sur ce paramètre (teneur globale et par section) en prenant comme facteurs explicatifs les données obtenues au moment de la récolte : âge et poids du cerf, durée de croissance du velours, dimensions et poids du velours. La conduite des tests n'a pas permis de prédire de manière significative la teneur en lipides d'un velours ou d'une des sections au moment de la récolte.

Tableau IX

Résultats de l'analyse de variance sur la composition chimique avec comme facteur explicatif la zone de section

Variable	Facteurs de variation	Somme des carrés	Degré de liberté	Carré moyen	Valeur de F	Signification
Arc sinus % humidité	Section	0,531	3	0,177	36,6	p < 0,001
	Variance résiduelle	0,242	50	0,005		
Arc sinus % cendres	Section	0,436	3	0,145	105,2	p < 0,001
	Variance résiduelle	0,069	50	0,001		
Arc sinus % matière protéique	Section	0,297	3	0,099	75,6	p < 0,001
	Variance résiduelle	0,066	50	0,001		
Arc sinus % matière grasse	Section	0,030	3	0,010	38,1	p < 0,001
	Variance résiduelle	0,013	50	< 0,001		
Composition moyenne par section		Section 1 (effectif)	Section 2 (effectif)	Section 3 (effectif)	Section 4 (effectif)	
Humidité en % de produit frais		65,1 ± 0,6 (13)	60,6 ± 0,6 (13)	65,6 ± 1,3 (14)	75,9 ± 1,0 (14)	
Cendres en % de matière sèche		38,2 ± 1,2 (13)	47,8 ± 1,0 (13)	42,6 ± 0,8 (14)	25,1 ± 0,9 (14)	
Matière protéique en % de matière sèche		57,7 ± 1,2 (13)	49,4 ± 0,9 (13)	53,7 ± 0,9 (14)	68,7 ± 0,9 (14)	
Matière grasse en % de matière sèche		1,46 ± 0,14 (13)	0,76 ± 0,08 (13)	0,90 ± 0,07 (14)	2,13 ± 0,11 (14)	

Des analyses similaires ont été menées afin d'évaluer la possibilité d'estimer rapidement la teneur en lipides à partir d'autres composants. Pour l'analyse globale du velours (tableau X), il existe une corrélation significative (p < 0,01) avec la teneur en matière

protéique. Pour la section n° 1, une corrélation significative (p < 0,001) existe entre la teneur en matière grasse et la teneur en cendres (tableau XI). L'équation de régression obtenue dans le cadre des analyses globales a permis d'estimer la teneur en lipides (MG) en fonction de la teneur en matière protéique (MP) (équation n° 1). Celle obtenue avec les résultats de la première section a permis d'estimer le taux de matière grasse (MG) à partir de la teneur en cendres (MX) (équation n° 2).

Equation n° 1 (composition globale) :  $MG = (0,045 \times MP) - 1,35$  (p < 0,01 ; n = 13 ; Ectr = 0,14, r<sup>2</sup> : 0,45).

Equation n° 2 (section n° 1) :  $MG = (-0,11 \times MX) + 5,79$  (p < 0,001 ; n = 13 ; Ectr = 0,17, r<sup>2</sup> : 0,90).

Sur le plan pratique, l'équation n° 1 présente peu d'intérêt dans la mesure où il est plus rapide et moins coûteux de doser la teneur en lipides qu'en protéines.

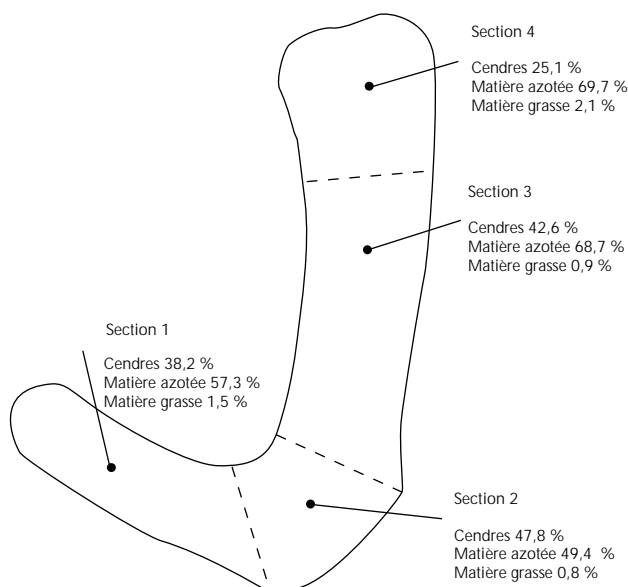


Figure 2 : gradients de concentration.

Tableau X

Matrice de corrélation entre les teneurs des différents composants du velours. Analyse globale (n = 13)

Corrélations	MS	Cendres	MP	MG
MS	1,00			
Cendres	0,30	1,00		
MP	-0,39	-0,94**	1,00	
MG	0,01	-0,59	0,67*	1,00

MS : matière sèche ; MP : matière protéique ; MG : matière grasse

\* p < 0,01 ; \*\* p < 0,001

Tableau XI

Matrice de corrélation entre les teneurs des différents composants du velours. Analyse de la section n° 1 (n = 13)

Corrélations	Humidité	Cendres	MP	MG
Humidité	1,00			
Cendres	- 0,03	1,00		
MP	0,20	- 0,82**	1,00	
MG	- 0,10	- 0,95**	0,70*	1,00

MP : matière protéique ; MG : matière grasse

\* p < 0,01 ; \*\* p < 0,001

## ■ DISCUSSION

### *Production de velours, aspect quantitatif*

La méthode de récolte du velours décrite est un procédé couramment utilisé dans les élevages de cerfs élaphe néo-zélandais au point qu'il figure dans une charte précisant les modalités de cette production (17). L'auteur indique qu'il est possible d'utiliser deux méthodes de contention (chimique ou mécanique) et deux procédés d'anesthésie locale, une méthode tronculaire bloquant les nerfs infratrochléaire et zygomatocotemporal ou une méthode circulaire autour du pédicule. Ce dernier procédé d'anesthésie s'avère plus efficace (14).

La récolte du velours au moment de l'aplatissement du merrain de la seconde branche est un stade de récolte classiquement retenu en Australie chez le cerf rusa (*Cervus timorensis rusa*, *Cervus timorensis moluccensis*) (8). Il correspond à l'obtention d'un produit satisfaisant le marché asiatique, notamment celui de Taïwan (2).

La récolte du velours est effectuée en moyenne 63 jours après que le cerf ait épaulé. English, cité par Chardonnet (2), rapporte une durée de pousse de 55 à 60 jours chez le cerf rusa. La récolte se situe classiquement 60 jours après la chute des anciens bois chez le cerf élaphe d'après Cowie (4) et 45 jours chez le daim (*Dama dama*) d'après English (5). L'originalité de l'espèce étudiée se situe dans la longueur de la période de récolte (2). Elle a été de cinq mois dans le cadre de cette étude et de deux mois chez le cerf élaphe (10). L'explication de ce phénomène est liée à la physiologie de ce cervidé tropical dont le rut est peu saisonnier (1). Cette particularité apparaît comme une contrainte chez les éleveurs de cerfs calédoniens peu habitués à manipuler fréquemment leur cheptel (13).

Les quantités de velours récoltées par cerf ont oscillé de 300 à 1 200 g en produit frais pour un poids moyen de 707 g. Chez le cerf rusa, English, cité par Chardonnet (2), rapporte des niveaux de production de 0,6 à 1,0 kg pour des mâles de 2 à 3 ans et de 1,5 kg pour des individus plus âgés. Au même stade de coupe, soit un velours de catégorie A (grille qualitative néo-zélandaise), le cerf rusa a une production comparable à celle du cerf sika (*Cervus nippon*), avec 0,5-1 kg de velours, et se situe à un niveau intermédiaire entre le cerf élaphe, avec 4,5-5 kg de velours, et le daim, avec 300-400 g de velours (4, 6, 9).

Dans cette étude, les facteurs poids du cerf et saison de récolte, à un moindre degré, ont eu un effet significatif sur la production de velours. Des études similaires chez le cerf élaphe (4, 9) et le cerf sika (18) ont abouti aux mêmes conclusions. Fennessy et Suttie (9) évoque néanmoins chez cette dernière espèce l'influence du régime alimentaire sur les quantités de velours récoltées.

### *Production de velours, aspect qualitatif*

La division du velours en quatre morceaux (1 à 4) montre après dessiccation que trois des quatre sections (n° 1 : la première branche ; n° 2 : la base ; n° 4 : l'apex) ont représenté chacune de 19 à 21 p. 100 du produit sec. La quatrième section (n° 3 : les deux tiers de la seconde branche) a représenté 39 p. 100 du produit sec. Ce type de découpage pratiqué sur le velours de cerf élaphe (6) fournit des sections plus homogènes avec trois morceaux sur quatre représentant un tiers du produit sec, l'apex du velours ne représentant que 2,5 à 3 p. 100 du produit sec.

Des analyses globales pratiquées par Fennessy et Duncan (8) sur trois velours de cerf rusa australien donnent des résultats proches de ceux de cette étude avec 37,9 p. 100 de cendres, 8,6 p. 100 d'azote et 1,2 p. 100 de lipides. Le velours de cerf rusa calédonien apparaît un peu plus riche en matière protéique avec 9,1 p. 100 d'azote (teneur en matière protéique = 6,25 x azote Kjeldahl).

L'analyse chimique du velours des autres espèces de cervidés (6, 7, 8) montre qu'à un stade de récolte équivalent (catégorie A), les velours des cerfs élaphe et sika sont plus riches en lipides (cerf élaphe : 2 à 5,5 p. 100 de lipides ; cerf sika : 2,2 p. 100 de lipides) et moins riches en protéines (48,8 à 52,5 p. 100) et en cendres (33,1 à 36,9 p. 100). Ces résultats signifient que le velours de cerf rusa est un produit relativement peu intéressant pour la production de pantocrine, extrait alcoolique de velours (6).

Pour ce qui est des résultats d'analyses pratiquées par section, Fennessy (6, 7) et Fennessy et Duncan (8) aboutissent aux mêmes conclusions avec le cerf élaphe : le velours est un produit hétérogène avec un gradient de concentration de la base vers l'apex. Cette dernière section est la partie la plus riche en lipides et la moins minéralisée. Ce phénomène reflète le processus de croissance et de différenciation du velours avec minéralisation graduelle du produit à partir du pivot osseux (15). Chez le cerf élaphe, il existe une équation de prédiction de la teneur en lipides en fonction de la teneur en cendres (pourcentage de lipides =  $(7,42 \pm 0,064) - 0,145 \text{ p. } 100 \text{ cendres}$  ;  $r^2 = 0,21$ ,  $E_{ctr} \pm 0,50$  ; d'après Fennessy et Duncan (8)). Dans cette étude, une équation du même type permet de prédire le taux de matière grasse du premier andouiller (pourcentage de lipides =  $5,79 - (0,11 \times \text{p. } 100 \text{ cendres})$ ).

Au stade de récolte fixé dans cette étude, il est impossible de prédire la qualité chimique du velours de cerf rusa, notamment sa richesse en lipides. Chez le cerf rouge où il existe une situation similaire, Fennessy (7) a déterminé le stade optimal de récolte en superposant les courbes de variation de teneurs en cendres et en lipides du velours en fonction du temps. L'intersection des deux courbes détermine le stade de croissance du velours où la quantité récoltée est maximale avec un taux de lipides satisfaisant les utilisateurs. Cette voie d'approche mériterait d'être testée avec le cerf rusa afin de déterminer le stade de récolte où la qualité chimique du velours se rapprocherait de celle obtenue avec le cerf rouge.

## ■ CONCLUSION

Au stade d'aplatissement du merrain de la seconde branche, un cerf rusa adulte peut fournir un maximum de 1 000 à 1 200 g de produit frais, la variabilité des niveaux de production observés dépendant du poids du cerf.

La méthode de récolte chirurgicale avec anesthésie circulaire autour de chaque pivot et contention mécanique paraît adaptée au cerf rusa et permettrait de mener des campagnes de récolte à plus grande échelle. Néanmoins, la durée de la période de récolte qui excède cinq mois est une contrainte sérieuse à l'organisation de campagnes de récolte en Nouvelle-Calédonie.

L'équation établie entre le poids et les mensurations des velours permet de prédire avant la coupe les quantités récoltées et de sélectionner les animaux les plus productifs.

Comme pour les autres espèces de cervidés, le velours de cerf rusa est un produit contenant en moyenne 1 p. 100 de lipides, 39 p. 100 de cendres et 57 p. 100 de protéines. Une des caractéristiques de ce produit est de présenter un gradient de concentration de la base vers l'apex, cette dernière partie étant la plus riche en lipides et la moins minéralisée. Avec une teneur en matière grasse de 1 p. 100, le velours du cerf rusa apparaît moins intéressant que celui du cerf élaphe pour extraire de la pantocrine.

Des travaux portant sur l'évolution de la composition chimique du velours au cours de sa croissance s'avèrent nécessaires pour déterminer un stade de récolte plus intéressant.

### Remerciements

Nous remercions chaleureusement M. J.-C. Hurlin, technicien production animale, Cirad-emvt, Nouvelle Calédonie, pour l'aide qu'il nous a apportée à l'occasion de la récolte des velours.

### BIBLIOGRAPHIE

1. BIANCHI M., 1993. Reproduction du cerf rusa de Java (*Cervus timorensis rusa*) en Nouvelle-Calédonie. Nouméa, Nouvelle Calédonie, Cirad-emvt, 41 p. (Rapport)
2. CHARDONNET Ph., 1988. Etude de faisabilité technique et économique de l'élevage de cerfs en Nouvelle-Calédonie. Maisons-Alfort, France, Cirad-iemvt, 282 p.
3. CHARDONNET Ph., GRIMAUD P., AGATHE-NERINE S., 1990. Commercial rusa deer production in New Caledonia. In: 2nd int. Wildl. Ranching Symp., Edmonton, Alberta, Canada, June 4-11, 1990. Paris, France, IGF, 12 p.
4. COWIE J., 1989. Stag breeding. In: Proc. Deer course for veterinarians No. 6, July 1989. Queenstown, NZ, Deer Branch NZ Vet. Assoc., p. 129-131.
5. ENGLISH A.W., 1990. Fallow deer production research in Australia. In: Proc. Deer course for veterinarians No. 7, July 1990. Auckland, NZ, Deer Branch NZ Vet. Assoc., p. 128-134.
6. FENNESSY P.F., 1989. Pharmacology of velvet. In: Proc. Deer course for veterinarians No. 6, July 1989. Queenstown, NZ, Deer Branch NZ Vet. Assoc., p. 96-103.
7. FENNESSY P.F., 1991. Velvet antler: the product and pharmacology. In: Proc. Deer course for veterinarians No. 8, May 1991. Sydney, Australia, Deer Branch NZ Vet. Assoc., p. 169-180.
8. FENNESSY P.F., DUNCAN S.J., 1992. Comparative composition of velvet antler. In: Proc. Deer course for veterinarians No. 9, June 1992. Methven, NZ, Deer Branch NZ Vet. Assoc., p. 26-35.
9. FENNESSY P.F., SUTTIE J.M., 1985. Antler growth: nutritional and endocrine factors. *Biology of deer production. R. Soc. N.Z., Bull.*, **22**: 239-250.
10. GIB, 1991. Velveting guidelines from the GIB. In: The New Zealand deer breeding and management manual. New Zealand deer development council, p. 77-86.
11. HUTCHING B., 1995. Growth in velvet exports tracked. *The Deer farmer*, Oct. (126): 20-23.
12. KONG Y.C., BUT P.P.H., 1985. Deer. The ultimate medicinal animal (antler and deer parts in medicine). *Biology of deer production. R. Soc. N.Z., Bull.* **22**: 311-324.
13. LE BEL S., 1993. L'élevage du cerf rusa en Nouvelle-Calédonie. Bilan et perspectives. Nouméa, Nouvelle Calédonie, Cirad-emvt Nouvelle-Calédonie, 26 p. (Coll. Etudes et synthèses)
14. MATTHEWS L.R., INGRAM J., COOK C., BREMNER K., KIRTON P., 1992. Induction and assessment of velvet analgesia. In: Proc. Deer course for veterinarians No. 9, June 1992. Methven, NZ, Deer Branch NZ Vet. Assoc., p. 69-76.
15. MUIR P.D., SYKES A.R., BARRELL G.K., 1985. Mineralisation during antler growth in red deer. *Biology of deer production. R. Soc. N.Z., Bull.* **22**: 251-254.
16. SPSS, 1992. SPSS/PC+ Base system user's guide, version 5.0. Chicago, IL, USA, Marjia J. Norusis/SPSS Inc., 910 p.
17. WILSON P.R., 1989. Velvet harvesting: moral, ethical and legal aspects. In: Proc. Deer course for veterinarians No. 6, July 1989. Queenstown, NZ, Deer Branch NZ Vet. Assoc., p. 104-117.
18. ZHOU S., WU S., 1985. Velvet antler production of Sika Deer. *Biology of deer production. R. Soc. N.Z., Bull.* **22**: 282.

Accepté le 17.08.98



## Summary

**Le Bel S., Chardonnet Ph., Salas M.** Rusa deer (*Cervus timorensis rusa*) velvet production in New-Caledonia: qualitative and quantitative results obtained at the stage of division of the main beam

The velvet of 13 rusa deer (*Cervus timorensis rusa*) 3 to 5 years of age were harvested during two five-month periods after a  $63 \pm 2$  days' growth. The velvet weight ranged from 314 to 1225 g with an average weight of  $707 \pm 142$  g. The harvest season and live weight factors had a significant effect on velvet production. At the harvest chosen stage, the velvet had asymmetrical V-shape branches,  $15.4 \pm 1.2$  cm and  $24.0 \pm 1.5$  cm long. The quantity of velvet to be harvested can be estimated via a prediction equation based on velvet size prior to cutting. Chemical analyses show that on average velvet contains after drying 39% ashes, 57% nitrogen and 1% lipids. Section analyses revealed that velvet is heterogeneous with a gradient from the base to the tips for humidity, nitrogen and fat, and from the tips to the base for ashes. Fat content can be calculated based on the content of other elements by means of prediction equations. Compared to the red deer (*Cervus elaphus*), the rusa deer is disadvantaged by spread-out harvest seasons, 1.2 kg top production level per animal and a relatively low fat content.

**Key words:** Cervidae - *Cervus timorensis rusa* - Antler - Animal production - Nitrogen content - Ash content - Lipid content - Moisture content - New Caledonia.

## Resumen

**Le Bel S., Chardonnet Ph., Salas M.** Producción de pelusa de cuerno en el ciervo rusa (*Cervus timorensis rusa*) en Nueva Caledonia: estimación cuantitativa y cualitativa del producto obtenido en el estadio plano de la segunda rama del cuerno

Se recolectó la pelusa de 13 ciervos rusa (*Cervus timorensis rusa*), de 3 a 5 años de edad, durante dos campañas de cinco meses, a los  $63 \pm 2$  días de crecimiento. El peso de la pelusa obtenida (Pvt) osciló entre 314 y 1 225 g para un peso medio de  $707 \pm 142$  g. Los factores de época de colecta y peso del ciervo tuvieron un efecto significativo sobre la producción de pelusa. En el estadio de recolección seleccionado, la pelusa tuvo forma de V asimétrica, con un tamaño de ramas de  $15,4 \pm 1,2$  y  $24,0 \pm 1,5$  cm. Mediante una ecuación de predicción se estimó la cantidad de pelusa por recolectar antes de la poda, a partir de las dimensiones de este cuerno. Los análisis químicos efectuados, demuestran que la pelusa del cuerno contiene, después del secado, un promedio de 39% de cenizas, 57% de materia proteica y 1% de lípidos. Los análisis por sección revelaron que la pelusa es un producto heterogéneo, con un gradiente de la base hacia el apex para la humedad, el contenido de materia nitrogenada y de materia grasa; y del apex hacia la base para la tenencia en cenizas brutas. Las ecuaciones de predicción permitieron el cálculo del contenido en materia grasa del producto a partir del contenido de otros elementos. En comparación con el ciervo «elafo» (*Cervus elaphus*), el ciervo rusa se encuentra en desventaja por una estación de recolta evidente, un nivel de producción limitado a 1,2 kg por animal y un producto relativamente pobre en lípidos.

**Palabras clave:** Cervidae - *Cervus timorensis rusa* - Asta - Producción animal - Contenido de nitrógeno - Contenido de ceniza - Contenido de lípidos - Contenido de humedad - Nueva Caledonia.