

Sommaire

PATHOLOGIE INFECTIEUSE

- 313 **Etudes expérimentales sur l'efficacité des souches vaccinales T1sr et T1/44 de *Mycoplasma mycoides* spp. *mycoides* (petite colonie) contre un isolat causant la péripneumonie contagieuse bovine au Kenya - Effet d'une infection de rappel.** Wesonga H.O., Thiaucourt F. (*en anglais*)
- 319 **Inoculation expérimentale de l'agent de la péripneumonie contagieuse bovine à des chèvres.** Yaya A., Hamadou B., Yaya D., Abdoukadi S., Thiaucourt F. (*en français*)
- 325 **Caractérisation pathologique chez des poulets du virus vélogénique de la maladie de Newcastle isolé chez une pintade.** Okoye J.O.A., Agu A.O., Chineme C.N., Echeonwu G.O.N. (*en anglais*)
- 331 **Résultats d'observation d'une infection à *Actinomyces pyogenes* chez une chèvre.** Akpavie S.O., Emikpe B.O. (*en anglais*)

PATHOLOGIE PARASITAIRE

- 333 **Infestations parasitaires gastro-intestinales précoces chez la chèvre Naine de Guinée (*Capra reversa*) à Dschang dans l'ouest du Cameroun.** Tedonkeng Pamo E., Mpoame M., Sonchieu J. (*en français*)

RESSOURCES ALIMENTAIRES

- 337 **Gestion par les feux des pâturages naturels et productivité des bovins sur les prairies des basses plaines orientales de Colombie.** Rippstein G., Allard G., Corbin J. (*en français*)

RESSOURCES ANIMALES

- 349 **Le marquage du bétail dans les systèmes pastoraux traditionnels.** Landais E. (*en français*)
- 365 **Le secteur des productions animales en Afrique subsaharienne des Indépendances à 2020. III. Perspectives de la demande et de l'offre pour 2020 et voies de réponse au nécessaire développement de l'élevage.** Tacher G., Letenneur L. (*en français*)
- 377 **Le dilemme de l'élevage ovin extensif dans les régions élevées du nord-ouest, semi-aride tunisien.** Rekik M., Mahouachi M., Gharbi M., Attia W., Medhioub L. (*en français*)
- 387 **Abattage commercial du cerf rusa (*Cervus timorensis rusa*) en Nouvelle-Calédonie : analyse des pratiques et incidence sur la qualité des carcasses.** Le Bel S., Salas M., Bourzat D.L., Faye B. (*en français*)

INDEX

- 398 **Index 2000 des auteurs, des mots-clés et géographique**

Contents

INFECTIOUS DISEASES

- 313 **Experimental Studies on the Efficacy of T1sr and T1/44 Vaccine Strains of *Mycoplasma mycoides* Subspecies *mycoides* (Small Colony) against a Field Isolate Causing Contagious Bovine Pleuropneumonia in Kenya - Effect of a Revaccination.** Wesonga H.O., Thiaucourt F. (*in English*)
- 319 **Experimental Inoculation of Goats with the Contagious Bovine Pleuropneumonia Agent.** Yaya A., Hamadou B., Yaya D., Abdoukadir S., Thiaucourt F. (*in French*)
- 325 **Pathological Characterization in Chickens of a Velogenic Newcastle Disease Virus Isolated from Guinea Fowl.** Okoye J.O.A., Agu A.O., Chineme C.N., Echeonwu G.O.N. (*in English*)
- 331 **Observations on an *Actinomyces pyogenes* Infection in a Goat.** Akpavie S.O., Emikpe B.O. (*in English*)

PARASITIC DISEASES

- 333 **Gastrointestinal Parasite Infections of West African Dwarf Goat (*Capra reversa*) Kids in Dschang, West Cameroon.** Tedonkeng Pamo E., Mpoame M., Sonchieu J. (*in French*)

FEED RESOURCES

- 337 **Fire Management of Natural Grasslands and Cattle Productivity in the Lower Eastern Plains of Colombia.** Rippstein G., Allard G., Corbin J. (*in French*)

ANIMAL RESOURCES

- 349 **The Marking of Livestock in Traditional Pastoral Societies.** Landais E. (*in French*)
- 365 **Livestock Sector in Sub-Saharan Africa, from the Independences to 2020. III. Demand and Supply Projections for Year 2020 and Suggested Responses to the Necessary Development of Animal Husbandry.** Tacher G., Letenneur L. (*in French*)
- 377 **The Dilemma of Extensive Sheep Production Systems in the Highlands of the Semiarid Northwest of Tunisia.** Rekik M., Mahouachi M., Gharbi M., Attia W., Medhioub L. (*in French*)
- 387 **Commercial Slaughtering of Rusa Deer (*Cervus timorensis russa*) in New Caledonia: System Analysis and Effect on Carcass Quality.** Le Bel S., Salas M., Bourzat D.L., Faye B. (*in French*)

INDEX

- 398 **Authors, Key Words, Geographical 2000 Index**

Sumario

PATOLOGIA INFECCIOSA

- 313 Estudios experimentales sobre la eficiencia de las cepas de vacunas T1sr y T1/44 de *Mycoplasma mycoides* subespecie *mycoides* (colonia pequeña) contra un aislamiento de campo causante de la pleuroneumonía contagiosa bovina en Kenia. Efecto de la revacunación. Wesonga H.O., Thiaucourt F. (en inglés)
- 319 Inoculación experimental del agente de la perineumonía contagiosa bovina en cabras. Yaya A., Hamadou B., Yaya D., Abdoukadi S., Thiaucourt F. (en francés)
- 325 Caracterización patológica en pollos de un virus rápido de la enfermedad de Newcastle aislado en aves de Guinea. Okoye J.O.A., Agu A.O., Chineme C.N., Echeonwu G.O.N. (en inglés)
- 331 Observaciones en una infección por *Actinomyces pyogenes* en una cabra. Akpavie S.O., Emikpe B.O. (en inglés)

PATOLOGIA PARASITARIA

- 333 Infestaciones parasitarias gastrointestinales precoces en la cabra enana de Guinea (*Capra reversa*) en Dschang, al oeste de Camerún. Tedonkeng Pamo E., Mpoame M., Sonchieu J. (en francés)

RECURSOS ALIMENTICIOS

- 337 Gestión mediante fuegos de los pastizales naturales y la productividad de los bovinos en las praderas de las llanuras bajas orientales de Colombia. Rippstein G., Allard G., Corbin J. (en francés)

RECURSOS ANIMALES

- 349 Marcaje del ganado en los sistemas pastorales tradicionales. Landais E. (en francés)
- 365 El sector de las producciones animales en Africa subsahariana desde las Independencias hasta 2020. III. Prospección de la demanda y de la oferta para 2020 vías de respuesta para el desarrollo necesario de la cría. Tacher G., Letenneur L. (en francés)
- 377 Dilema de la crianza ovina extensiva en las regiones altas del nordeste, semi árido tunecino. Rekik M., Mahouachi M., Gharbi M., Attia W., Medhioub L. (en francés)
- 387 Matanza comercial del ciervo rusa (*Cervus timorensis russa*) en Nueva Caledonia: análisis de las prácticas e incidencia sobre la calidad de las carcasas. Le Bel S., Salas M., Bourzat D.L., Faye B. (en francés)

INDICE

- 398 Índice 2000 de autores, de temas y geográfico

Experimental Studies on the Efficacy of T1sr and T1/44 Vaccine Strains of *Mycoplasma mycoides* Subspecies *mycoides* (Small Colony) against a Field Isolate Causing Contagious Bovine Pleuropneumonia in Kenya - Effect of a Revaccination

H.O. Wesonga¹ F. Thiaucourt²

Key words

Cattle - Contagious bovine pleuropneumonia - Vaccine - Kenya

Summary

Contagious bovine pleuropneumonia (CBPP) is an important disease of cattle causing serious losses to the livestock industry in Africa. It is controlled primarily through vaccination. However, recent observations in the field indicate that the vaccine in current use failed to protect cattle in the face of outbreaks causing concern to the veterinary authorities of affected countries. A field trial was carried out to determine the causes for vaccine failure. T1/44 and T1sr vaccine strains of *Mycoplasma mycoides* subsp. *mycoides* (small colony) were used to vaccinate a group of 40 cattle per strain. Half of these cattle were challenged at three months and the other half at 15 months following vaccination, respectively. Half of the cattle used in the second trial were revaccinated one year after the primary vaccination. A dose of 10^7 mycoplasmas per milliliter was used in primary as well as secondary vaccinations. In the first challenge (at three months post the primary vaccination), the efficacy was 68.2 and 59% for T1sr and T1/44 vaccines, respectively. In the second challenge, the efficacy was 80.5 and 95.5% for T1sr and T1/44 vaccines, respectively, in cattle vaccinated twice, while in cattle vaccinated once and challenged at 15 months post primary vaccination the efficacy was 28.7 and 78.2% for T1sr and T1/44, respectively. These results confirm what had been obtained in previous trials but they also bring valuable new information. They show that a single vaccination, whatever the strain used, at the minimum required dose does not give satisfactory protection and that full protection can only be achieved by revaccination. Consequences for future vaccine trials and research needs are discussed.

■ INTRODUCTION

Contagious bovine pleuropneumonia (CBPP) is an important disease of cattle in Africa caused by *Mycoplasma mycoides* subsp. *mycoides* biotype small colony (MmmSC) and characterized by extensive lesions of pleurisy and pneumonia (13). Among infectious diseases that threaten African cattle, its importance is only second to rinderpest (RP) and, as more and more countries declare being free of RP, CBPP is likely to become the major priority for Veterinary Services in that continent.

In Africa, the control measures for CBPP are mainly based on vaccination with an empirically attenuated strain (15). Eradication

has recently been achieved by stamping out policies in Botswana (11) but its cost has been tremendous and it is unlikely that other countries in Africa can afford it. Cattle owners often use antibiotic treatments in the field but officially these treatments are discouraged or forbidden because of the fear that they can promote the emergence of chronic carriers, resistant mycoplasma strains and antibiotic residues in human food. Therefore, control policies by vaccination seemed to be the obvious choice. It had been applied extensively in the past in many countries between the 60s and the 80s (2, 8), leading to the control or the eradication of the disease in many African countries after several years of repeated vaccination campaigns.

However, in the 90s CBPP has reemerged as a major disease. It reappeared in countries where it had been eradicated such as Rwanda, Kenya, Tanzania, Mauritania, and the number of outbreaks increased in countries where it was previously under control (10). This reemergence could well be the consequence of

1. National Veterinary Research Centre, Kenya Agricultural Research Institute, P.O. Box 32, Kikuyu, Kenya

2. CIRAD-EMVT, TA 30/G, Campus international de Baillarguet, 34398 Montpellier Cedex 5, France

many factors such as the stop of the rinderpest vaccination campaigns that permitted the concomitant vaccination against CBPP in West Africa or the lack of preparedness in countries that had not been confronted to the disease for many years. More alarmingly some experts suggested that this reemergence could well be the consequence of a lack of protection afforded by the vaccinal strain T1sr as compared to the strains used in the past, former stocks of T1sr or T1/44.

This is why it was decided to conduct a comprehensive vaccination trial under the framework of EU/DG¹ development funding and the supervision of OAU/IBAR², Nairobi. These trials had a precise objective: evaluate the protection afforded by a single injection at the minimum dose required by international standards, i.e., 10^7 viable mycoplasmas per dose (14) for T1sr and T1/44 strains by a contact challenge performed three months after the vaccination. These trials were to be performed in three different African locations, Cameroon, Kenya and Namibia, in order to take into account the genetic variability of the MmmSC strains that could be correlated to a modification of the potency of the vaccine (1, 17). In addition, a second protocol was designed in Kenya to assess the protection afforded one year after vaccination. This protocol was subsequently modified after initial results showed a very low protection with a challenge three months after the vaccination. The modification included the revaccination of some animals in order to assess the subsequent protection afforded.

■ MATERIALS AND METHODS

Schematic Trial Protocol

- Purchase of susceptible animals;
- Initial pathogenicity testing of three MmmSC strains;
- Vaccination of 40 cattle with T1sr vaccine and 40 with T1/44 at 10^7 per dose.

Three months later:

- Intubation of 40 animals to serve as donors. They were put into contact with 40 unvaccinated control animals. Twenty T1sr vaccinated and 20 T1/44 vaccinated animals;
- Follow-up of these animals for two months after the initial clinical signs in the control group;
- Termination of the experiment by necropsy of all animals.

Twelve months later: Revaccination of 10 animals with T1sr and 10 animals with T1/44 (at the minimum 10^7 dose).

Fifteen months later (three months after revaccination): Intubation of 40 animals to serve as donors. They were put into contact with 40 unvaccinated animals. Ten animals vaccinated once with T1sr, 10 animals vaccinated once with T1/44, 10 animals vaccinated twice with T1sr and 10 animals vaccinated twice with T1/44.

Animals

Cattle were purchased from Kakamega District of Western Province, Kenya, historically known to be free of CBPP. Before purchase, 100 cattle from various homes in the district were randomly sampled for serum and found free of antibodies against MmmSC by the complement fixation test (CFT), the OIE³ official serological test (14), and by cELISA (7), the new alternative test accepted by OIE. Following this, 255 cattle from the district were sampled and purchased for use in the experiment. The animals were transported to the experimental site at KARI⁴ Muguga at the beginning of the rainy season. On arrival at the experimental site,

the cattle were vaccinated against foot and mouth disease, lumpy skin disease, black quarter, anthrax and Rift Valley fever.

Initial Pathogenicity Trial

Fifteen animals were randomly divided into three groups of five animals. Each group was kept in a different house separated by a distance of 40 m. Each group was inoculated by a different strain, group one with the Gladysdale strain which had been traditionally used in former trials, group two with an MmmSC strain isolated in Rwanda in 1994, and group three with a local Kenyan isolate. The Gladysdale strain, originally isolated from Australia, had been kept at NVRC⁵-KARI since 1960 and the field isolate from Rwanda was isolated and characterized by CIRAD-EMVT⁶ for the official confirmation of CBPP in that country. For the first two groups, the inoculation was performed intratracheally with 60 ml of an MmmSC pure culture followed by 30 ml of 1% suspension of low melting agar. Group three was inoculated intratracheally with 30 ml of a lung suspension obtained from a natural case of CBPP followed by the inoculation of 100 ml of normal saline. All animals were observed for eight weeks after which period the survivors were slaughtered.

Vaccination

Forty animals were vaccinated subcutaneously in the middle of the neck with T1sr at the dose of 10^7 viable mycoplasmas per animal; 40 animals were similarly vaccinated with T1/44. The vaccine batches were supplied by CIRAD-EMVT after they had successfully passed quality control at PANVAC⁷, Debre Zeit, Ethiopia. After vaccination, the local reaction was thoroughly checked every day and the diameter of the swelling site evaluated by palpation. One year later, after the initial challenge had been completed, ten animals were randomly selected from each vaccinated group and subsequently revaccinated with the same vaccine batches, T1sr or T1/44, under the same conditions.

Intubation Protocol and Challenge by Contact

Each animal was sedated with 2 ml of Chanazine 2% (2% xylocaine) injected intramuscularly. Fifteen minutes later the animal was made to lie on its right side and a one meter long, 10 mm wide in diameter, tube was inserted into the trachea. A narrower tube, 1.5 m long and 2 mm wide, was inserted into the wider tube and pushed into the trachea. The narrower tube was used to inject the infective preparation. In the first trial performed three months after the initial vaccination, the inoculum consisted of 60 ml of a pure culture of the Kenyan isolate followed by 30 ml of a lung suspension in normal saline. In the second challenge performed 15 months after the initial vaccination, the lung suspension was replaced by 30 ml of 1% agar suspension.

The group of intubated animals was observed for one week and the contact was performed when the first signs of disease appeared in that group, as measured by hyperthermia. Forty naive animals, 20 animals vaccinated with T1sr and 20 animals vaccinated by T1/44, were introduced into the premises occupied by the intubated animals and kept in close contact thereafter.

1. European Union/Directorate General
2. Organization of African Unity/Inter-African Bureau for Animal Resources
3. Office international des épizooties
4. Kenya Agricultural Research Institute
5. National Veterinary Research Centre
6. Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement, département d'élevage et de médecine vétérinaire
7. Pan African Vaccine Laboratory

Follow-up of Animals

Rectal temperatures were taken daily. Serum samples were harvested before the challenge and every other week after vaccination. In the second experiment, animals were bled monthly after the vaccination, then every other week after the beginning of the challenge. During each challenge, the animals that survived the disease were slaughtered two months after the initial clinical signs had been observed in the control group, namely fever for three consecutive days. Clinical signs and lesions were noted and transcribed into a pathological score as described by Hudson and Turner (5) in order to calculate a protection rate. Briefly, this pathological score is calculated as follows:

- The presence of only encapsulated resolving or fibrous lesions or the presence of pleural adhesions only are rated 1;
- If other types of lesions are present, namely consolidated, acute, necrotic or sequestrated, these lesions are rated 2;
- This initial score is then multiplied by a factor depending on the size of the lesions: 1 (the lesion size is under 5 cm), 2 (it is over 5 and under 20 cm) and 3 (it is over 20 cm).

Hence the maximum pathology score is $2 \times 3 = 6$.

Serum samples were analyzed by CFT, competition ELISA, but also by indirect ELISA as described previously (19).

■ RESULTS

Postvaccinal Reaction

Some swelling occurred at the injection site between days 6 and 29. None of them occurred in the T1sr group (swelling less than 2 cm in diameter). Conversely, there were 15 animals in the T1/44 group that exhibited a swelling of more than 2 cm in diameter. Five of them had noticeable swellings (more than 6 cm in diameter) and one developed a severe invading necrosis at the shoulder, together with fever and was subsequently slaughtered. A mycoplasma strain was isolated from the skin lesion and identified as a T1 vaccinal strain by a specific polymerase chain reaction (9).

Initial Pathogenicity Trial

All five cattle infected with the Kenyan inoculum (made of lung suspension) showed clinical signs of CBPP and lesions from which MmmSC was isolated again. Comparatively, the other inoculum failed to reproduce CBPP, therefore it was decided to use the Kenyan isolates for the subsequent challenges.

Intubation and Transmission Success

This success can be evaluated by analyzing the temperature, the serological results and the lesions found after death or slaughter.

Temperature

The temperature of healthy animals was always below 39°C as animals with CBPP had intermittent fever with temperatures ranging from 39.5 to 40.5°C. The number of animals exhibiting fever in each group at a defined day was used to monitor the efficacy of disease uptake after intubation or disease transmission to the control groups. In the first trial intubation was quite successful but the rate of transmission to the control group was rather low. In the second experiment the opposite situation prevailed, intubation transmitted CBPP in only five animals but these five animals contaminated the control group very efficiently. Based on the data on animals exhibiting fever in the different

groups, the incubation period lasted 57 days in the first experiment and 40 days in the second.

Serology

During the first trial the five animals that exhibited fever in the intubated group also exhibited a seroconversion as measured by indirect ELISA except for one animal that died rapidly, 20 days after inoculation. Conversely four animals exhibited a seroconversion while not exhibiting any fever after intubation. None of these animals displayed any lesion nor any fever afterwards either, an indication that they were probably protected by the initial intubation. Out of the 31 animals left, 14 (45%) did not exhibit any fever afterwards as compared to 11 out of 40 (27%) in the control group. This difference seems to indicate that some of the intubated animals did not contract CBPP nor exhibit any seroconversion were nevertheless protected. Protection may not be strictly correlated with seroconversion as measured by this indirect ELISA.

In the control groups, seroconversion took place after the initial occurrence of fever but it must be noted that temperature was recorded daily and blood samples were taken only every 15 days. The precise date when an animal was seroconverting was impossible to obtain. However, in three cases seroconversion was seen prior to the observation of fever. As seroconversion necessarily follows multiplication of MmmSCs, these results showed that fever may not be triggered by multiplication of mycoplasmas but simply reflects the intensity of lesions. This hypothesis may be substantiated by the analysis of the lesions observed after necropsy.

Necropsy and Pathology Index

To investigate if there was any correlation between fever and intensity of lesions, it was decided to cumulate for each animal the number of days with fever during the whole trial and to compare these data with the lesions observed in the end, as measured by the Hudson and Turner index. Animals were grouped according to their pathology index and, in each group, the distribution of the number of days with fever analyzed. It is clear that there is an overall correlation between the intensity of lesions and the number of days with fever (Table I). The mean day numbers with fever in each group is strictly correlated with the pathology index. However, this correlation is not always true at the individual level as some animals exhibiting a high pathology score (4 or 6) apparently did not exhibit many days with fever.

Evaluation of Protection

The protection rate was calculated according to Hudson and Turner by comparing pathological scores in the vaccinated and in the control groups. A single injection gave apparently a similar protection, regardless of the type of vaccine, 59% for T1/44 and 68.2% for T1sr (Table II). Similarly, the protection afforded by two vaccinations at a one-year interval was very good, regardless of the type of vaccine, 80.4% for T1sr and 95% for T1/44 (Table III). A marked difference was noted when the challenge was performed 15 months after a single vaccination. The protection afforded by the T1sr dose dropped at 28%, whereas the protection afforded by the T1/44 was maintained at a relatively high level, 78.2% (Table III).

It is noteworthy that the intensity of the challenge was quite mild during the first trial, with a mean pathology score of 2.2 in the control group, but very high in the second trial, with a mean pathology score of 4.6. This last result indicates that the protection rates observed in the second trial are very robust as it is unlikely that animals in the field will be confronted to such a harsh challenge.

Table I

Correlation between the pathology index and the number of days with fever in the control group of the second trial

Num. of days with fever	Hudson and Turner pathology score			
	6	4	2	0
< 0	1	4	3	22
0 to 5	1	11	2	3
5 to 10	5	8	1	0
10 to 20	11	6	0	0
> 20	1	0	0	0
Mean	12	6.1	2.5	0.12

Table II

Summary of the protection rates in cattle vaccinated once with the minimum recommended dose (10^7) of T1sr and T1/44 and challenged three months later by contact with intubated animals

	Number of cattle	Mean pathology score	Standard deviation	Protection rate
Control	40	22	23	
T1sr	20	7	15	68.2
T1/44	20	9	18	59

Table III

Summary of the protection rate in cattle vaccinated once with T1sr or T1/44 and challenged 15 months later and cattle vaccinated twice at one-year interval and challenged three months after the second injection

	Number of cattle	Pathology score	Standard deviation	Protection rate
Control	41	46	14	
T1sr once	11	33	24	28.7
T1/44 once	8	1	19	78.2
T1sr twice	10	9	14	80.4
T1/44 twice	10	2	6	95.5

DISCUSSION AND CONCLUSION

There was an obvious difference between the two trials in Kenya in terms of transmission success. In spite of an apparent success of intubation in the first trial, the transmission to the contact animals did not occur as rapidly as in the second trial. This was quite surprising as apparently the intubation was less successful in the second trial with only five animals being infected primarily. This difference cannot be explained by trivial factors as the same type of animals and the same challenge strain was used. The only explanation should be found in additional factors that differed

between the two trials. The body condition could be one of them, this body condition was not very good in the first trial as the animals had been inadvertently infested by liverfluke during grazing before the experiment and fed with lower quality fodder during the experiment. If this were the case, it would mean that a good body condition would be a predisposing factor for CBPP. This could be explained by the fact that during a CBPP outbreak, as lesions are triggered by an overwhelming immune response, only the animals capable of developing such a response are prone to develop lesions. An additional factor can be found in the immunomodulation effect of some parasitic infestation such as liverfluke. This factor has already been mentioned for trypanosomes (6). All these factors may certainly also play a role in the ability of the vaccine to induce a good protection, something which is often overlooked in the field and may explain some apparent vaccination failures.

The classical Hudson and Turner score was used here to measure the protection rate as it has frequently been the case in the past (3), ensuring valid comparisons with former trials. It must be noted that the present trial was slightly different from former ones as all animals were slaughtered rapidly at the end of the experiment due to time constraints. In former trials, animals were slaughtered after a defined period of time following seroconversion. This slight difference is unlikely to modify dramatically the final results because of the rapid transmission of the disease. The Hudson and Turner scoring system may not be completely satisfactory, the authors themselves had mentioned that "the procedure for calculating scores is arbitrary, and may well be susceptible to some improvement" (5). The "total score" includes parameters such as fever and pathology scores that are correlated, an indication that a simplification of the scoring system could be achieved. More importantly, means are calculated on distributions of results that are obviously not Gaussian leading to statistical irrelevancies. In the future it may be advisable to use comparisons with other tests such as χ^2 and to give more weight to animals that die or suffer from important lesions.

The constant problem encountered with CBPP experimental trials is finance. Due to the absence of a validated *in vitro* or laboratory animal model, all experiments have to be performed on cattle. The use of mice as laboratory models (16) has to be questioned as virulence factors of MmmSC and protection in cattle certainly depend on specificities of the bovine immune response. The relative difficulty to reproduce the disease by intubation necessitates the use of a large group of intubated animals. In addition, the somewhat unpredictable rate of transmission success also calls for large control groups and treated animals so that statistically meaningful results may be obtained. This is the reason why experimental trials have to focus on specific objectives. The relative high cost of these trials have to be put in perspective with the probable high cost of the disease itself, but also with the unacceptable high cost of vaccination programs if they are performed with inadequate vaccines.

The protection afforded by a single vaccination in Kenya was quite low 60%. A similar experiment in Cameroon reached a similar conclusion with an even lower protection rate, 30% (18, 19). The difference may be explained by the harsher trial in Cameroon but the conclusion is nevertheless the same. It was expected that the maximum protection rate would be obtained three months after vaccination, therefore protection was not satisfactory.

Retrospectively, it explains why an emergency vaccination alone was not able to stop the progress of CBPP when it invaded Botswana. The present results show clearly that the choice of vaccinal strains was not the reason for failure as both vaccinal

strains, T1sr and T1/44, gave similar protection rates at the minimum required dose.

The second experiment at KARI established interesting additional data. First, it showed that there was a significant difference between T1/44 and T1sr in terms of duration of protection, T1/44 still induced a protection 15 months after vaccination whereas T1sr did not. In addition, the T1/44 protection rate apparently increased. This may be an indication that the time needed for the establishment of protection might be longer than three months. However this good result must be balanced by the fact that T1/44 also induced a significant number of postvaccinal reactions, one of them leading to the death of the animal. Second, it also showed that a revaccination dramatically increased the protection rate to a satisfactory level, 80 to 95%, regardless of the vaccinal strain. It must also be noted that revaccination with T1/44 did not induce any postvaccinal reaction.

These results fully reestablish the potency of the two vaccinal strains T1sr and T1/44 at the minimum required dose when animals are confronted to local pathogenic strains, the original objective of the studies. A single vaccination induced a limited protection and satisfactory protection could be achieved only by revaccination. These results are quite similar to what was known 30 years ago (13), and they stress that only repeated vaccination campaigns can achieve an acceptable protection rate in cattle populations. They clearly specify what can be expected from the minimum required dosage as very few, if not just one, previous works had investigated this question (4). Future research should focus on specific important points that will rapidly allow a better definition of vaccination strategies. Two of them can already be identified: first, establish if there is a dose response for an initial vaccination and, second, specify the conditions for revaccination timing in order to obtain the longest lasting protection. The dose response trial is important as its conclusion may modify the existing recommendations for minimal dosages in the vaccines. If there is really a dose response, emergency vaccinations could be performed with increased dosages in order to achieve a more rapid and efficient protection. In addition, the current standards apply to vaccines at the production site and do not take into account the very probable loss of titer that will frequently occur in the field, a reason why some authors advocate higher minimum standards (12). In the present situation revaccinations seem to be a prerequisite for the establishment of a satisfactory immunity. However, the timing of these revaccinations and the duration of immunity have not been clearly established yet.

Owing to budget constraints that are always increasing, it is quite unlikely that many African countries will be able to perform massive repeated vaccination campaigns. It is therefore clear that a cost-benefit analysis of the different control strategies will have to be done, taking into account the real prevalence and incidence of CBPP in each case. This naturally calls for a preliminary evaluation of the prevalence of CBPP with the help of epidemiological and statistical tools that will permit minimizing the cost. To avoid expensive trials and errors in the field, modelization of CBPP transmission may be the cheapest means to validate each strategy. In any case CBPP vaccines that would be both innocuous and more effective are utterly needed.

Acknowledgments

We thank E. Gitonga, H. Ongaro and A. David for skillful technical assistance as well as Dr W. Masiga and A. Provost for invaluable advice during these trials. Funds for carrying these studies were provided by the EU/DG development through the supervision of OAU/IBAR at Nairobi, Kenya.

REFERENCES

- CHENG X., NICOLET J., POUMARAT F., REGALLA J., THIAUCOURT F., FREY J., 1995. Insertion element IS 1296 in *Mycoplasma mycoides* subsp. *mycoides* small colony identifies a European clonal line distinct from African and Australian strains. *Microbiology*, **141**: 3221-3228.
- DAVIES G., GILBERT F.R., 1969. Contagious bovine pleuropneumonia vaccination in East Africa. *Bull. epizoot. Dis. Afr.*, **17**: 21-26.
- GILBERT F.R., DAVIES G., READ W.C.S., TURNER G.R.J., 1970. The efficacy of the T1 strain broth vaccine against CBPP: In contact trials carried out six and twelve months after primary vaccination. *Vet. Rec.*, **86**: 29-32.
- GILBERT F.R., WINDSOR R.S., 1971. The immunizing dose of T1 strain *Mycoplasma mycoides* against contagious bovine pleuropneumonia. *Trop. Anim. Health Prod.*, **3**: 71-76.
- HUDSON J.R., TURNER A.W., 1963. Contagious bovine pleuropneumonia: a comparison of the efficacy of two types of vaccine. *Aust. vet. J.*, **39**: 373-385.
- ILEMOBADE A.A., ADEGBOYE D.S., ONOVIRAN O., CHIMA J.C., 1982. Immunodepressive effects of trypanosomal infection in cattle immunized against contagious bovine pleuropneumonia. *Parasite Immunol.*, **4**: 73-282.
- LE GOFF C., THIAUCOURT F., 1998. A competitive ELISA for the specific diagnosis of contagious bovine pleuropneumonia (CBPP). *Vet. Microbiol.*, **60**: 179-191.
- LINDLEY E.P., 1971. Experiences with a lyophilised contagious bovine pleuropneumonia vaccine in the Ivory Coast. *Trop. Anim. Health Prod.*, **3**: 32-42.
- LORENZON S., DAVID A., NADEW M., WESONGA H., THIAUCOURT F., 2000. Specific PCR identification of the T1 vaccine strains for contagious bovine pleuropneumonia. *Mol. Cell Probes*, **14**: 205-210.
- MASIGA W.N., DOMENECH J., WINDSOR R.S., 1996. Manifestation and epidemiology of contagious bovine pleuropneumonia in Africa. *Revue sci. tech. Off. int. Epizoot.*, **15**: 1283-1308.
- MASUPU K.V., MAJOK A.A., AMANFU W., MULLINS G.R., 1997. The resurgence of contagious bovine pleuropneumonia (CBPP) in Botswana in 1995: epidemiological considerations and interventions. *Epidémiol. Santé Anim.*, **31-32**.
- PROVOST A., BORREDON C., 1974. Un vaccin mixte antibovipneumonie-antipéripleurmonie lyophilisé utilisable, sur le terrain, sans réfrigération. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **27**: 251-263.
- PROVOST A., PERREAU P., BREARD A., LE GOFF C., MARTEL J., COTTEW G.S., 1987. Contagious bovine pleuropneumonia. *Revue sci. tech. Off. int. Epizoot.*, **6**: 625-679.
- REGALLA J., LEFEVRE P.C., 1996. Contagious bovine pleuropneumonia. In: Manual of standards for diagnostic tests and vaccines. Paris, France, OIE, p. 85-92.
- SHERIFF D., PIERCY S.E., 1952. Experiments with avianised strain of the organism of contagious bovine pleuropneumonia. *Vet. Rec.*, **64**: 615-621.
- SMITH G.R., 1971. *Mycoplasma mycoides* var *mycoides*: immunity and mouse protective antibody. *J. comp. Path.*, **81**: 267-278.
- THIAUCOURT F., LORENZON S., DAVID A., TULASNE J.J., DOMENECH J., 1998. Vaccination against contagious bovine pleuropneumonia and the use of molecular tools in epidemiology. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, **849**: 146-151.
- THIAUCOURT F., YAYA A., WESONGA H., HUEBSCHLE O.J.B., TULASNE J.J., PROVOST A., 2000. Contagious bovine pleuropneumonia, a reassessment of the efficacy of vaccines used in Africa. *Ann N.Y. Acad. Sci.*, **916**: 71-80.
- YAYA A., GOLSIA R., HAMADOU B., AMARO A., THIAUCOURT F., 1999. Essai comparatif d'efficacité des deux souches vaccinales T1/44 et T1sr contre la péripleurmonie contagieuse bovine. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **52**: 171-179.

Reçu le 02.02.2001, accepté le 03.07.2001

Résumé

Wesonga H.O., Thiaucourt F. Etudes expérimentales sur l'efficacité des souches vaccinales T1sr et T1/44 de *Mycoplasma mycoides* spp. *mycoides* (petite colonie) contre un isolat causant la péripneumonie contagieuse bovine au Kenya - Effet d'une infection de rappel

La péripneumonie contagieuse bovine est une maladie provoquant de lourdes pertes dans les élevages bovins d'Afrique. Son contrôle passe habituellement par la vaccination. Des observations récentes ont cependant montré que les campagnes de vaccination sur le terrain actuelles ne sont pas suffisantes lors de l'apparition de nouveaux foyers, situation préoccupante pour les responsables vétérinaires des pays concernés. Un essai vaccinal a été réalisé sur le terrain afin de déterminer les causes de ces échecs vaccinaux. Les souches vaccinales T1sr et T1/44 de *Mycoplasma mycoides* spp. *mycoides* (petite colonie) ont été utilisées pour vacciner des groupes de 40 bovins par souche. L'épreuve virulente a été réalisée respectivement chez la moitié des animaux trois mois après la vaccination et chez l'autre moitié 15 mois après celle-ci. La moitié des animaux utilisés lors de la deuxième épreuve ont reçu un rappel un an après la primovaccination. Les vaccinations ainsi que les rappels ont été effectués à des doses de 10^7 mycoplasmes par millilitre. Au cours de la première épreuve virulente (à trois mois après la vaccination initiale), les protections mesurées ont été de 68,2 p. 100 pour la souche T1sr et de 59 p. 100 pour la souche T1/44. Lors de la deuxième épreuve, les protections mesurées chez les animaux ayant reçu une dose de rappel ont été de 80,5 p. 100 pour T1sr et de 95,5 p. 100 pour T1/44. Pour ceux n'ayant reçu qu'une seule dose vaccinale 15 mois auparavant, la protection mesurée a été de 28,7 p. 100 pour T1sr et de 78,2 p. 100 pour T1/44. Ces résultats confirment ceux qui avaient été observés lors d'essais antérieurs mais ils apportent également des éléments d'information nouveaux et importants. Il est en particulier confirmé qu'une primovaccination avec une dose minimale ne confère pas de protection satisfaisante, quelle que soit la souche vaccinale utilisée. En revanche, une protection totale ne peut être atteinte qu'après un rappel. Les conséquences pour des essais de vaccination ultérieurs et les orientations à prendre dans la recherche sont discutées.

Mots-clés : Bovin - Péripneumonie contagieuse bovine - Vaccin - Kenya.

Resumen

Wesonga H.O., Thiaucourt F. Estudios experimentales sobre la eficiencia de las cepas de vacunas T1sr y T1/44 de *Mycoplasma mycoides* subespecie *mycoides* (colonia pequeña) contra un aislamiento de campo causante de la pleuroneumonía contagiosa bovina en Kenia. Efecto de la revacunación

La pleuroneumonía contagiosa bovina (CBPP) es una enfermedad importante en el ganado, causante de serias pérdidas en la industria pecuaria en África. Se controla principalmente a través de la vacunación. Sin embargo, recientes observaciones de campo indican que la vacuna actualmente en uso no logra proteger al ganado en caso de brotes, preocupando a las autoridades veterinarias de los países afectados. Un estudio de campo fue llevado a cabo, con el fin de determinar las causas del fracaso de la vacuna. Las cepas de vacunas de T1/44 y T1sr de *Mycoplasma mycoides* subespecie *mycoides* (colonia pequeña) se usaron para vacunar un grupo de 40 animales por cepa. La mitad de este ganado se infectó a los tres meses y la otra mitad a los 15 meses post vacunación, respectivamente. La mitad del ganado utilizado en el segundo experimento fue vacunado nuevamente un año después de la primera vacunación. Una dosis de 10^7 micoplasmas por mililitro se usó en las vacunaciones tanto en la primera, como en la segunda. En el primer estudio (tres meses después de la primera vacunación), la eficiencia fue de 68,2 y 59% para las vacunas de T1sr y T1/44 respectivamente. En el segundo estudio, la eficiencia fue de 80,5 y de 95,5% para las vacunas de T1sr y T1/44 respectivamente, para el ganado vacunado dos veces, mientras que en el ganado vacunado una sola vez y infectado a los quince meses después de la primera vacunación, la eficiencia fue de 28,7 y 78,2% para las vacunas de T1sr y T1/44 respectivamente. Estos resultados concuerdan con aquellos obtenidos en estudios anteriores y además aportan nueva y valiosa información. Muestran que una vacunación única, cualquiera que sea la cepa, a una dosis mínima, no provee protección satisfactoria y que una protección total puede obtenerse mediante una revacunación. Se discuten las implicaciones para los estudios e investigaciones de vacunación futuros.

Palabras clave: Ganado bovino - Pleuroneumonía contagiosa bovina - Vacuna - Kenia.

Inoculation expérimentale de l'agent de la péripneumonie contagieuse bovine à des chèvres

A. Yaya ¹ B. Hamadou ¹ D. Yaya ¹ S. Abdoukadiiri ¹
F. Thiaucourt ²

Mots-clés

Caprin - Péripneumonie contagieuse bovine - Infection expérimentale - Test Elisa.

Résumé

L'expérience réalisée a eu pour but de vérifier la réceptivité des chèvres à l'agent de la péripneumonie contagieuse bovine. Quatre voies d'inoculation ont été expérimentées : les voies sous-cutanée, endobronchique, intrapleurale et intrapéritonéale. Une des chèvres inoculées par la voie intrapéritonéale a succombé à une péritonite et l'agent de la péripneumonie a pu être isolé à nouveau du liquide ascitique présent. Les sérologies effectuées ont permis de mettre en évidence des séroconversions chez un certain nombre d'animaux, notamment par la technique d'Elisa de compétition. Ce résultat ouvre la voie à des enquêtes de terrain pour déterminer si des chèvres en contact avec des bovins atteints de la péripneumonie peuvent être naturellement contaminées.

■ INTRODUCTION

La péripneumonie contagieuse bovine (ppcb) est une maladie infectieuse, due à un mycoplasme, *Mycoplasma mycoides* subsp. *mycoides* petite colonie (MmmSC). Comme son nom l'indique, cette infection ne touche, naturellement, que le genre *Bos*, c'est-à-dire les bovins (taurins et zébus) (14) chez lesquels elle se caractérise principalement par des lésions de pleurésie et de pneumonie. De la même manière, la pleuropneumonie contagieuse caprine, due à *M. capricolum* subsp. *capripneumoniae* (Mccp), ne touche que les caprins. Cependant la stricte spécificité d'espèce et de localisation de certains mycoplasmes a été remise partiellement en cause. C'est ainsi que Mccp a pu être isolé chez des moutons (3, 10) sans que l'on puisse établir précisément si cet agent était responsable d'une affection quelconque. Chez les bovins, bien que les lésions caractéristiques de la ppcb se situent dans l'arbre respiratoire, il est possible d'isoler l'agent responsable (MmmSC) d'autres organes. Des isolements ou des identifications ont ainsi été réalisés à partir de sperme ou de lavage préputial de taureau (7, 15). De même, des souches de MmmSC ont été isolées chez des chèvres au Soudan, au Nigeria (13) et, plus récemment, au Portugal, sans que ces souches puissent être différenciées de celles affectant les bovins (7). Certaines de ces souches avaient été isolées avant que la distinction entre les biotypes « small colony » et « large colony » ait été faite, mais des études récentes impliquant des tests par amplifi-

cation en chaîne par polymérase (pcr) spécifiques ont bien confirmé l'identification de ces souches d'origine caprine, notamment la souche « Vom » venant du Nigeria (5).

La question de la réceptivité d'autres espèces que les bovins a déjà été étudiée par plusieurs auteurs notamment à travers des infections expérimentales. Cependant il semble que des résultats contradictoires aient été obtenus. Curasson (4) note qu'il est important de bien distinguer les pleuropneumonies qui peuvent se rencontrer chez les petits ruminants de la ppcb. Bien qu'il n'ait pas lui-même réussi à provoquer la moindre lésion chez les moutons, il cite un certain nombre d'auteurs qui y sont parvenus. Avant l'isolement de l'agent de la ppcb (11) les expérimentations se faisaient à partir de liquide pleural récolté chez des bovins. Dans ces conditions, par exemple, Galtier a reproduit la maladie chez des chèvres en leur faisant ingérer du poumon de bovin atteint de ppcb. Après le succès rencontré dans l'isolement de l'agent responsable, les inoculations ont pu être faites à partir de culture pure. Cependant, il semble que le type de sérum utilisé pour la culture ait une influence sur le résultat final (6), un phénomène de Willems n'étant obtenu chez la chèvre et le mouton que lorsque l'agent de la ppcb a, au préalable, été cultivé sur du sérum homologue. Beller et Thassin-Bey ont également réussi à reproduire la maladie chez le mouton (2) ainsi que Turner et coll. en Australie (16).

Il semble que très peu de reproductions expérimentales aient été effectuées par la suite chez les petits ruminants (8), sans doute parce que les moutons et les chèvres ne jouent un rôle que très marginal, sinon inexistant, dans la transmission naturelle de la maladie dans des pays où elle sévit sous forme d'épizooties ou

1. Lanavet, BP 503, Garoua, Cameroun

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

d'enzooties. Dans d'autres circonstances, en particulier dans des pays où l'éradication a été obtenue récemment, un portage inapparent chez d'autres espèces que l'espèce bovine pourrait avoir des conséquences dramatiques. L'isolement de MmmSC chez des chèvres dans une zone du Portugal où aucun foyer de ppbc n'avait été déclaré (Regalla, *commun. pers.*) soulève des inquiétudes et a conduit les auteurs à entreprendre de nouvelles expérimentations chez les chèvres.

L'objectif de l'étude a été de vérifier la réceptivité de cette espèce à des injections réalisées par différentes voies avec une souche dont le pouvoir pathogène avait bien été établi chez les bovins (17).

■ MATERIEL ET METHODES

Animaux

Trente chèvres ont été prises au hasard parmi 87 animaux disponibles. Elles ont ensuite été réparties de manière aléatoire parmi les cinq groupes définis par le protocole expérimental. Elles ont été maintenues en claustration dans un enclos avec de l'eau *ad libitum* et une ration de fourrage complétée de fanes de haricots et de tourteaux de coton. Elles ont reçu un traitement contre les parasites gastro-intestinaux 15 jours avant l'inoculation.

Protocole expérimental

Quatre voies d'inoculation ont été retenues : les voies transtrachéale, sous-cutanée, intrapéritonéale et intrapleurale. L'injection transtrachéale a été réalisée chez huit chèvres avec 15 ml de culture de la souche 8 740 additionnés de 5 ml d'agar noble (Difco) à 1,5 p. 100. Cinq millilitres de milieu stérile HIB (Difco) ont ensuite été injectés pour effectuer un rinçage de la seringue. Quatre animaux témoins ont été inoculés de la même manière en remplaçant la culture par du milieu HIB stérile. L'injection sous-cutanée a été réalisée avec 2 ml en arrière de l'épaule chez quatre animaux. Deux animaux témoins ont été inoculés de la même manière avec du milieu stérile. L'injection intrapéritonéale a été réalisée avec 2 ml de culture, en arrière de l'ombilic sur la ligne blanche, chez quatre animaux. Deux animaux témoins ont été inoculés de la même manière avec du milieu stérile. Enfin, l'injection intrapleurale a été effectuée par injection de 2 ml de culture dans un espace intercostal chez quatre animaux. Deux animaux témoins ont été inoculés de la même manière avec du milieu stérile.

Suivi clinique

La température rectale des animaux a été mesurée régulièrement trois fois par semaine, le matin avant 10 h, pendant les deux mois de l'expérimentation. Des prises de température ont également été réalisées pendant deux semaines avant l'inoculation afin d'habituer les animaux. L'augmentation de la température induite par les différents modes d'inoculation a été évaluée en calculant, pour chaque animal, la différence entre les températures mesurées un jour et 4 jours après l'inoculation et celles mesurées un jour, 5 jours et 7 jours avant l'inoculation. Les réactions au point d'inoculation ont été relevées par palpation durant les trois premières semaines et les signes généraux éventuels ont été observés régulièrement tout au long de l'expérimentation.

Suivi sérologique

Des prises de sang ont été effectuées toutes les semaines, la première ayant eu lieu une semaine avant l'inoculation. Les sérums ont ensuite été analysés par Elisa indirect ou cElisa (9).

Bactériologie

A l'autopsie, deux mois après l'inoculation chez les animaux ayant survécu, les mycoplasmes ont été recherchés par culture sur milieu solide et liquide, à partir d'échantillons prélevés au point d'inoculation et du nœud lymphatique régional. L'identification des souches de MmmSC a été réalisée par inhibition de croissance et pcr avec les amorces décrites par Bashiruddin et coll. (1) et Dedieu et coll. (5).

■ RESULTATS ET DISCUSSION

Températures

La température moyenne « normale », mesurée avant les inoculations sur l'ensemble du troupeau sur deux jours, s'est élevée à 37,7 °C (écart-type = 0,8 ; N = 60). Aucune augmentation significative de la température n'a été observée sur les animaux contrôles quel qu'ait été le mode d'inoculation. L'inoculation d'une culture virulente, au contraire, a induit une augmentation significative de la température (figure 1) qui a varié de 0,5 °C pour la voie intrapleurale à 1,9 °C pour la voie transtrachéale. Les voies sous-cutanée et intrapleurale ont induit, quant à elles, des augmentations de l'ordre de 1 °C. Lorsque la fièvre a été présente chez un animal, elle a persisté en général pendant huit jours.

Dans les conditions expérimentales de l'étude, c'est la voie transtrachéale qui a induit l'augmentation de température la plus importante. Cette augmentation peut s'expliquer par le volume de culture plus important (15 ml au lieu de 2 ml), ainsi que par l'action éventuellement adjuvante de l'agar incorporé dans l'inoculum.

L'animal qui a succombé à une péritonite a présenté une courbe de température exemplaire (figure 2). Après une hyperthermie transitoire, sans doute due au stress de manipulation auquel l'animal n'était pas habitué, la température s'est stabilisée à une valeur normale (36,5-37,5 °C) et l'inoculation a été suivie d'une augmentation rapide de la température avec un maximum à 39,6 °C. La mort a été précédée d'une hypothermie.

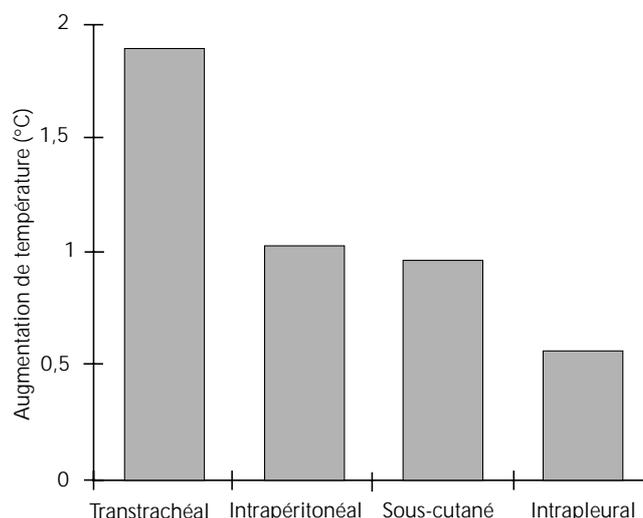


Figure 1 : augmentations moyennes des températures rectales induites par les différentes inoculations. Les différences ont été calculées à partir des mesures effectuées la semaine précédant l'inoculation et celles effectuées le lendemain puis quatre jours après l'inoculation.

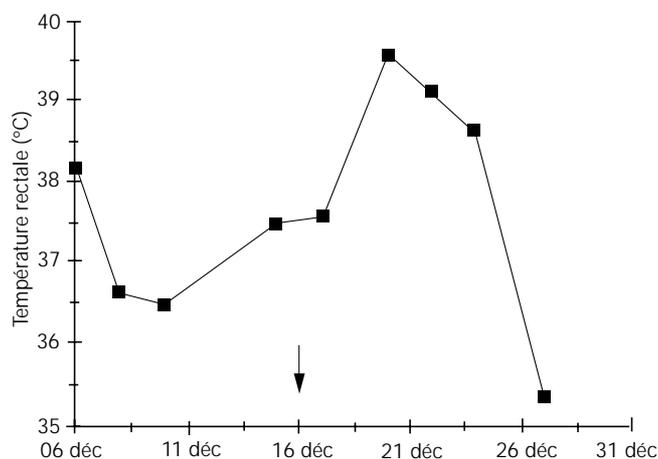


Figure 2 : courbe de température de l'animal ayant présenté une péritonite. La flèche indique la date d'inoculation.

Observations cliniques

Seuls deux animaux ont succombé au cours de cette expérimentation ; tous deux provenaient du lot inoculé par la voie intrapéritonéale. L'animal n° 58 est mort 12 jours après l'inoculation et il a présenté à l'autopsie des signes de péritonite avec du liquide d'ascite. L'animal n° 613 est mort plus de trois mois après l'inoculation et il a présenté à l'autopsie des signes d'hépatisation d'une couleur rouge brique uniforme sur le lobe pulmonaire apical droit et la présence de liquide pleural des deux côtés du poumon. Des réactions inflammatoires locales ont été notées chez quelques animaux mais ces réactions ont toujours été circonscrites et transitoires. Elles n'ont jamais évolué en phénomène de Willems.

Observations bactériologiques

Le titre initial de la culture inoculée aux différents animaux était de $10^{9,1}$ par millilitre. Une culture pure de MmmSC a été isolée du liquide d'ascite de l'animal n° 58. L'identification a été réalisée à la fois par inhibition de croissance avec du sérum hyperimmun anti-PG1 et par pcr. Le titre de ce liquide d'ascite était de $10^{9,2}$ par millilitre ce qui indique bien une multiplication de la souche inoculée. En revanche, aucune culture de mycoplasme ni aucune détection par pcr n'ont pu être obtenues à partir du liquide pleural de l'animal n° 613.

Observations sérologiques

Témoins

Dans les conditions de réalisation des réactions, les densités optiques (DO) obtenues en Elisa indirect pour les animaux contrôles se sont toutes situées entre 0 et 1,2, à l'exception de l'animal n° 22 pour lequel il a semblé exister une séroconversion (figure 3a). Les titres obtenus en Elisa de compétition ont tous été inférieurs à 40 p. 100, y compris pour l'animal n° 22 (figure 3b). Pour ce dernier animal il y a donc eu une discordance entre les deux tests et il importerait de pouvoir vérifier si la séroconversion a bien été spécifiquement dirigée contre MmmSC.

Voie transtrachéale

Les séroconversions obtenues dans ce groupe ont été les plus fortes, en Elisa indirect comme en Elisa de compétition (figures 3b et 3c). Il y a cependant eu une certaine variabilité d'un animal à l'autre, certains animaux ayant fait une séroconversion précoce élevée et durable (animal n° 772), alors que d'autres ont fait des

séroconversions plus transitoires (animal n° 21). Comme pour l'élévation de la température, les séroconversions les plus fortes dans ce groupe pouvaient avoir été corrélées à la voie utilisée, à un volume d'inoculum plus important, aussi bien qu'à l'adjonction d'agar qui a pu jouer un rôle d'adjuvant.

Voies sous-cutanée, intrapleurale et intrapéritonéale

Dans ces trois groupes, deux types d'individus ont pu être identifiés. Certains ont présenté une séroconversion, les autres non (figures 3e à 3j).

CONCLUSION

Cette expérimentation a permis de confirmer que les chèvres ne sont pas extrêmement réceptives à l'agent de la ppcb et que, dans les conditions de l'étude, il n'a pas été observé de phénomène de Willems au point d'injection. La réceptivité des chèvres n'a pas cependant été nulle. En effet un des animaux, inoculé par la voie intrapéritonéale, a succombé à une péritonite, avec isolement ultérieur de MmmSC. Bien qu'un seul animal ait succombé ou présenté des symptômes sur les 20 inoculés, il faut mettre en parallèle ce résultat avec les difficultés énormes qui sont rencontrées chez l'espèce bovine pour reproduire la maladie chez des animaux intubés.

Apparemment l'inoculation par la voie transtrachéale n'a pas permis d'induire la moindre lésion pulmonaire ni aucune persistance de mycoplasme dans les nœuds lymphatiques régionaux. Il peut s'agir d'une moindre réceptivité effective des caprins ou bien encore d'un biais induit par le procédé d'inoculation qui n'a pas permis le dépôt de l'inoculum assez profondément dans l'arbre respiratoire. Dans les expériences réalisées à Garoua chez les bovins, un bronchoscope permettait en effet de déposer l'inoculum relativement profondément dans les bronches.

Aucun animal témoin n'a semblé être infecté. Cela n'est pas surprenant car aucun animal inoculé n'a présenté de symptôme respiratoire susceptible d'être à l'origine d'une contamination du milieu extérieur par la formation d'aérosol infectieux lors de toux. Le seul animal contaminé a présenté une péritonite, ce qui ne le rendait pas *a priori* infectant.

Un des objectifs de cette expérience a été de vérifier s'il était possible d'utiliser des chèvres à la place de bovins lors d'essais vaccinaux ultérieurs. L'utilisation de chèvres aurait pu, en effet, représenter un compromis acceptable entre les bovins, animaux de choix mais au prix de revient élevé, et les souris qu'il serait inutile de choisir étant donné leur système immunitaire très différent de celui des bovins. L'induction d'une péritonite chez une chèvre a montré qu'il était possible d'induire un phénomène pathologique chez cette espèce, ouvrant la voie à de futurs essais. Le manque de reproductibilité des résultats chez tous les animaux inoculés par la même voie ne permettent pas, pour le moment, de considérer les chèvres comme de bons modèles.

L'induction d'une péritonite chez une chèvre entraîne également de nouvelles perspectives de recherche chez les bovins, où il s'agirait de déterminer, en particulier, si la même voie d'inoculation peut induire des péritonites chez ces derniers. Ce type d'essai a d'ailleurs déjà été réalisé avec succès dans le passé par le découvreur de l'agent responsable de la péripneumonie (12). Cela permettrait éventuellement d'obtenir un système expérimental plus proche de la maladie naturelle que l'inoculation par la voie sous-cutanée et plus reproductible qu'une inoculation par la voie endobronchique et par la transmission par contact. L'utilité de certains adjuvants, destinés à exacerber le pouvoir pathogène des souches, pourrait être étudiée.

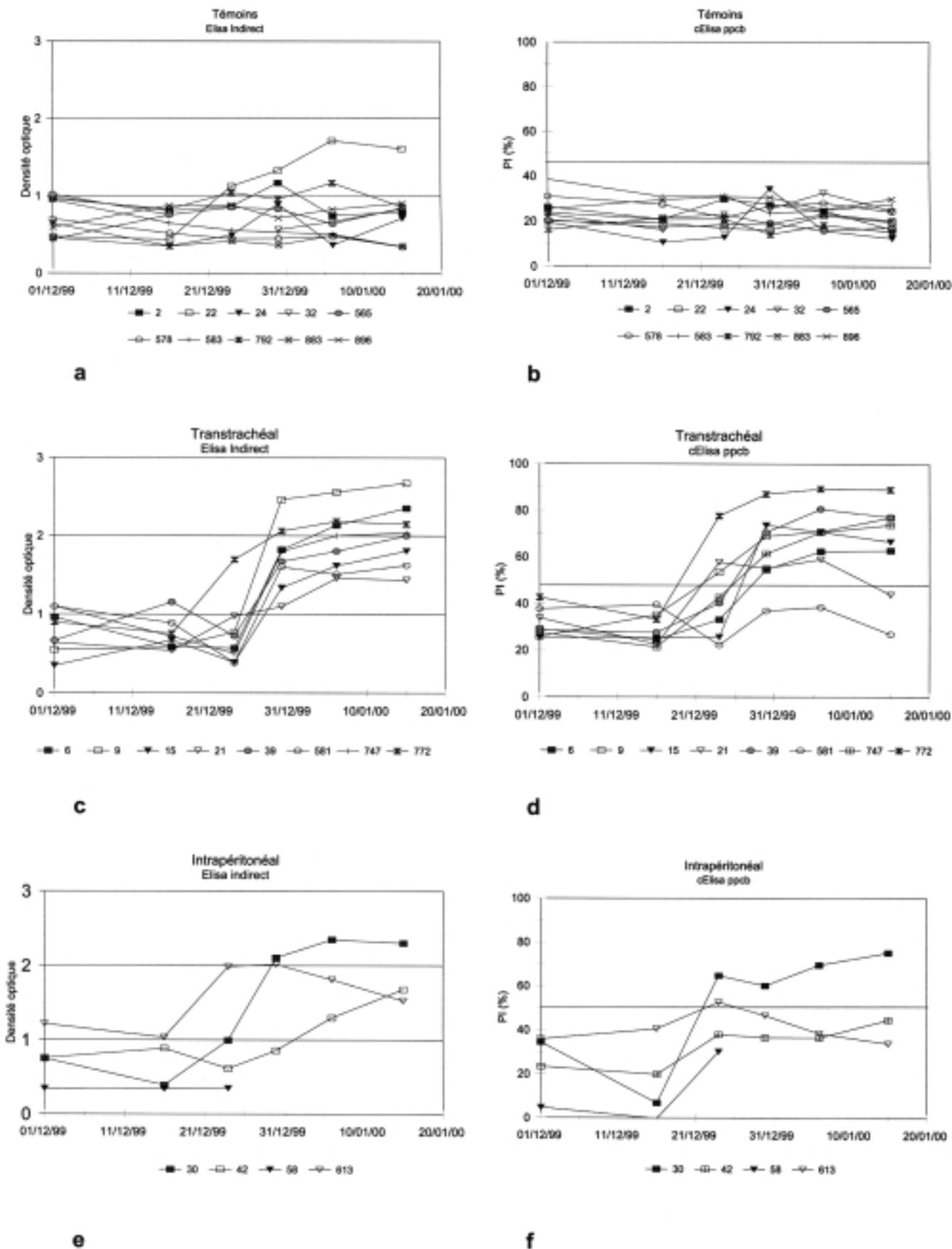
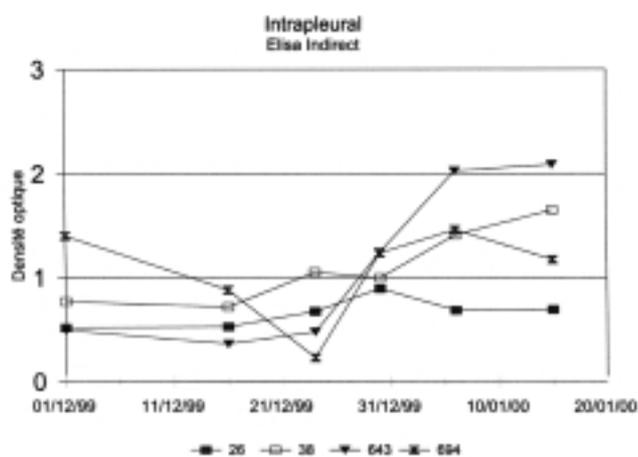
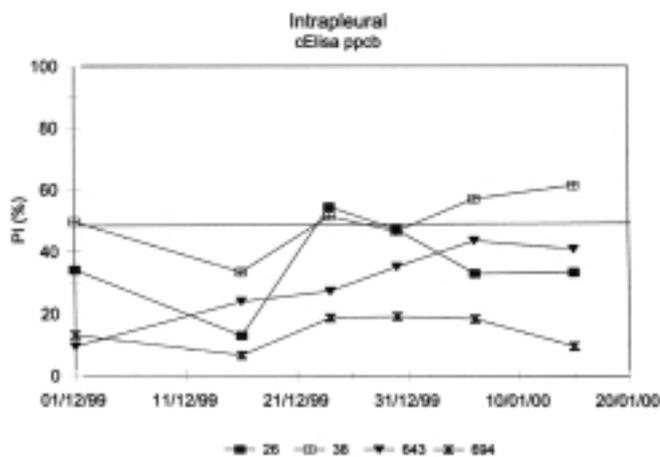


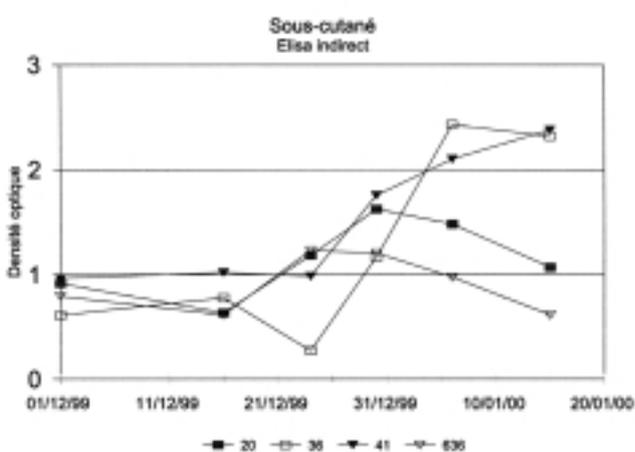
Figure 3 : cinétiques sérologiques mesurées par Elisa indirect (a, c, e, g, i) ou Elisa de compétition (b, d, f, h, j) dans les différents groupes.



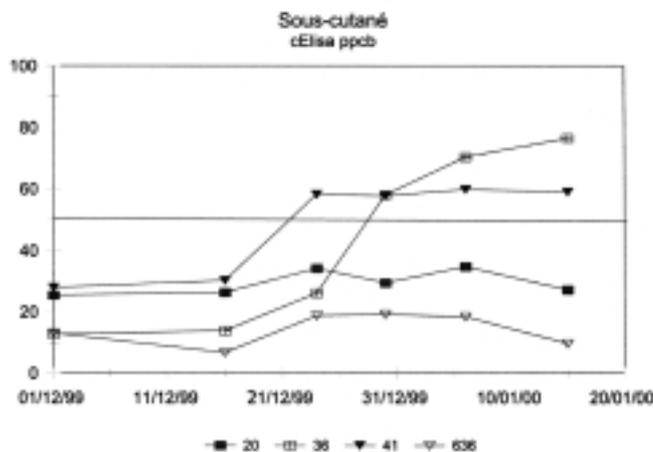
g



h



i



j

Figure 3 (suite) : cinétiques sérologiques mesurées par Elisa indirect (a, c, e, g, i) ou Elisa de compétition (b, d, f, h, j) dans les différents groupes.

Les variations individuelles observées dans chaque lot au niveau des courbes de séroconversion semblent indiquer qu'il existe, à l'instar de ce qui se passe chez les bovins, une certaine variation de réceptivité liée aux individus. Il est donc tentant de vouloir étendre la recherche de marqueur de résistance ou de réceptivité à cette espèce. Cette recherche ne pourra cependant se réaliser qu'une fois les conditions de reproduction expérimentale mieux maîtrisées.

Cet essai a également permis de valider l'Elisa de compétition ppcb sur des sérums caprins. Les titres obtenus chez les animaux avant l'inoculation ont été tout à fait comparables aux titres obtenus chez des bovins n'ayant jamais eu de contact avec MmmSC, ce qui tend à montrer que le seuil de 50 p. 100 est également valable chez les chèvres. Ce même Elisa de compétition a permis de détecter une séroconversion notable chez un certain nombre d'animaux inoculés. Ici encore ce résultat montre l'intérêt de l'Elisa de compétition pour réaliser des enquêtes dans les troupeaux de chèvres qui sont en contact direct avec des foyers de péripneumonie chez des bovins. La mise en évidence de séropositivité chez certaines chèvres serait une preuve de la transmission interspécies qui mériterait alors d'être évaluée bien plus en détail.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier tout particulièrement le Dr Provost de leur avoir fait profiter de ses conseils éclairés et de ses précieuses références bibliographiques. La réalisation de cette expérimentation au Lanavet a été rendue possible grâce à un financement du ministère français des Affaires étrangères, projet Ravira.

BIBLIOGRAPHIE

1. BASHIRUDDIN J.B., TAYLOR T.K., GOULD A.R., 1994. A PCR-based test for the specific identification of *Mycoplasma mycoides* subspecies *mycoides* SC. *J. vet. Diagn. Invest.*, 6: 428-434.
2. BELLER K., TAHSSIN-BEY S., 1927. Neue Untersuchungen über Lungenseuche. *Dtsch. Tierärztl. Wochenschr.*, 6: 90-95.
3. BOLSKE G., WILHELMSSON E., TWINAMASIKO E., JOHANSSON K.E., 1994. Detection of *Mycoplasma capricolum* subsp. *capripneumoniae* in goats and sheep in Uganda. *IOM Lett.*, 3: 19-20.
4. CURASSON G., 1942. Péripneumonie bovine. In : *Traité de pathologie exotique vétérinaire et comparée*, vol. 2, 2^e ed. Paris, France, Vigot Frères, p. 276-353.

Inoculation of Goats with CBPP

5. DEDIEU L., MADY V., LEFEVRE P.C., 1994. Development of a selective polymerase chain reaction assay for the detection of *Mycoplasma mycoides* subsp. *mycoides* SC (contagious bovine pleuropneumonia agent). *Vet. Microbiol.*, **42**: 327-339.
6. DUJARDIN-BEAUMETZ E., 1906. Transmission de la péripneumonie des bovidés aux espèces ovine et caprine. *Ann. Inst. Pasteur*, **20** : 449-466.
7. GONCALVES R., 1994. Isolation and identification of *Mycoplasma mycoides* subsp. *mycoides* SC from bull semen and sheath washings in Portugal. *Vet. Rec.*, **135**: 308-309.
8. GOURLAY R.N., 1964. Artificial reproduction of contagious bovine pleuropneumonia. *Bull. epizoot. Dis. Afr.*, **12**: 229-235.
9. LE GOFF C., THIAUCOURT F., 1998. A competitive ELISA for the specific diagnosis of contagious bovine pleuropneumonia (CBPP). *Vet. Microbiol.*, **60**: 179-191.
10. LITAMOI J.K., WANYANGU S.W., SIMAN P.K., 1990. Isolation of *Mycoplasma* biotype F38 from sheep in Kenya. *Trop. Anim. Health Prod.*, **22**: 260-262.
11. NOCARD E., ROUX E., 1898. Le microbe de la péripneumonie. *Ann. Inst. Pasteur*, **12** : 240-262.
12. NOCARD E., ROUX E., DUJARDIN-BEAUMETZ E., 1899. Etudes sur la péripneumonie (deuxième note). *Bull. Soc. cent.*, **17** : 430-446.
13. PERREAU P., 1971. Identification de certaines souches de mycoplasmes de la chèvre à l'espèce *Mycoplasma mycoides* var *mycoides*. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **24** : 343-348.
14. PROVOST A., PERREAU P., BREARD A., LE GOFF C., MARTEL J.L., COTTEW G.S., 1987. Péripneumonie contagieuse bovine. *Revue sci. tech. Off. int. Epizoot.*, **6** : 565-624.
15. STRADAIOLI G., SYLLA L., MAZZARELLI F., ZELLI R., RAWADI G., MONACI M., 1999. *Mycoplasma mycoides* subsp. *mycoides* SC identification by PCR in sperm of seminal vesiculitis affected bulls. *Vet. Res.*, **30**: 457-466.
16. TURNER A.W., CAMPBELL A.D., DICK A.T., 1935. Recent work on pleuro-pneumonia *contagiosa boum* (sic) (*Bovum*) in North Queensland. *Aust. vet. J.*, **11**: 63-71.
17. YAYA A., GOLSIA R., HAMADOU B., AMARO A., THIAUCOURT F., 1999. Essai comparatif d'efficacité de deux souches vaccinales T1/44 et T1sr contre la péripneumonie contagieuse bovine. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **52** : 171-179.

Reçu le 02.02.2001, accepté le 03.07.01

Summary

Yaya A., Hamadou B., Yaya D., Abdoukadi S., Thiaucourt F. Experimental Inoculation of Goats with the Contagious Bovine Pleuropneumonia Agent

The objective of the trial was to determine the susceptibility of goats to the contagious bovine pleuropneumonia (CBPP) agent. Four inoculation routes – subcutaneous, endobronchial, intrapleural and intraperitoneal – were tested. One of the goats infected intraperitoneally died of peritonitis. The CBPP agent was isolated again from the ascitic fluid. The serological tests, competition ELISA in particular, revealed the occurrence of serological conversions in a number of animals. This should pave the way to further field studies to determine if goats in contact with CBPP-affected bovines may be naturally contaminated.

Key words: Goat - Contagious bovine pleuropneumonia - Experimental infection - ELISA.

Resumen

Yaya A., Hamadou B., Yaya D., Abdoukadi S., Thiaucourt F. Inoculación experimental del agente de la perineumonía contagiosa bovina en cabras

El objetivo del experimento realizado fue el de verificar la receptividad de las cabras al agente de la perineumonía contagiosa bovina. Se experimentaron cuatro vías de inoculación: vía sub cutánea, endobronquial, intrapleural e intraperitoneal. Una de las cabras inoculadas vía intraperitoneal sucumbió con una peritonitis, siendo aislado nuevamente el agente de la perineumonía en el líquido de ascitis presente. Las serologías efectuadas permitieron demostrar las conversiones serológicas en algunos de los animales, principalmente mediante la técnica ELISA de competencia. El resultado abre la vía a estudios de campo para determinar si las cabras en contacto con bovinos enfermos de perineumonía podrían ser contaminadas de forma natural.

Palabras clave: Caprino - Pleuropneumonia contagiosa bovina - Infección experimental - ELISA.

Pathological Characterization in Chickens of a Velogenic Newcastle Disease Virus Isolated from Guinea Fowl

J.O.A. Okoye^{1*} A.O. Agu¹ C.N. Chineme¹
G.O.N. Echeonwu²

Key words

Chicken - Cockerel - Newcastle disease virus - Experimental infection - Nigeria.

Summary

A flock of 160 six-week-old Harco cockerels was inoculated intramuscularly with a local Nigerian isolate of velogenic Newcastle disease virus (NDV) isolated from a dead guinea fowl. The birds came down with clinical signs on day 3 postinoculation (PI). The major signs were depression, greenish diarrhea, paralysis, opisthotonus and torticollis. Morbidity was 100% but mortality was 92%. By day 18 PI torticollis was the only sign persisting in some of the birds. The major gross lesions were hemorrhages in the proventricular mucosa, hemorrhagic ulcers in the intestines and transient atrophy of the lymphoid organs. Sections of the organs showed lymphocytic necrosis and depletion of the lymphoid organs, endotheliosis, gliosis and perivascular cuffing of the cerebrum and cerebellum. The above observations showed that the isolate was a viscerotropic velogenic strain. It is suggested that the hemorrhagic ulcers in the intestines could be regarded as diagnostic for viscerotropic velogenic NDV in the absence of epizootiological evidence of avian influenza.

INTRODUCTION

The velogenic Newcastle disease (ND) is a major disease problem of poultry birds in Africa and Asia (3, 22). The exotic chickens used in commercial poultry production in these places are routinely vaccinated against ND. Outbreaks of velogenic ND occur nevertheless frequently in these flocks. But the clinical signs and lesions in such outbreaks are often modified by the partial immune status of these birds that do not manifest the full or classical disease. Village or rural poultry chickens constitute 70 to 94% of the total poultry population (22) of these two continents. These data are changing with the latest developments in modern poultry production. Village chickens are not usually vaccinated against ND and other diseases. Consequently, velogenic ND wipes out large populations of these birds in raging seasonal epizootics that occur annually (1, 9). Other diseases such as intestinal parasitism, poor nutrition and immunosuppression, and harsh environmental conditions could exacerbate the severity of the disease in village chickens. Reports of isolation of velogenic ND virus (NDV) from several outbreaks of ND and even from apparently healthy birds

have been common (1, 3, 6). But studies of the sequential pathogenesis of velogenic ND under experimentally controlled conditions have been limited. Pathognomonic lesions have not been identified and the disease can be confused with other diseases. This paper describes the systematic pathogenesis of ND produced in chickens with a local Nigerian isolate of the velogenic NDV isolated from guinea fowl. It also attempts to identify specific lesions that could be very useful in the field diagnosis of the disease.

MATERIALS AND METHODS

Chickens

Two hundred and forty Harco cockerels were collected at one day of age. They were not vaccinated against any disease. Brooding and rearing were performed by the deep litter system. Water and feed were supplied *ad libitum*.

Newcastle Disease Virus Inoculum

The velogenic NDV isolate used was the VGF-1 characterized by Echeonwu *et al.* (9). The virus was isolated from a dead guinea fowl in Vom, Plateau State of Nigeria. The inoculum was kindly supplied by G.O.N. Echeonwu of the National Veterinary Research Institute, Vom, Nigeria.

1. Department of Veterinary Pathology and Microbiology, University of Nigeria, Nsukka, Nigeria

Tel: (0)42 771 500; Fax: (0)42 770 644

E-mail: MISUNN@aol.com; EPSEELON@aol.com

2. Virology Division, National Veterinary Research Institute, Vom, Nigeria

* Corresponding author

Newcastle Disease Virus Challenge

At six weeks of age the 240 chickens were divided into two groups, one with 160 birds and the other with 80 birds. The inoculum was diluted with phosphate buffered saline (PBS) to give a median embryo lethal dose (ELD₅₀) titer of 10^{6.36} per milliliter. Each chicken in the 160 birds' group was inoculated intramuscularly (IM) with 0.2 ml of the inoculum (infected group) while each bird in the other group received 0.2 ml of PBS IM (uninfected group). The two groups were housed in separate locations about half a kilometer apart.

Clinical and Pathological Examinations

Both groups of birds were observed daily for clinical signs. At days 0, 14 and 20 postinoculation (PI), ten chickens were randomly collected in each group and weighed. Three chickens were sacrificed in each group daily from day 3 PI for 12 days, and thereafter at two days' intervals until day 20 PI. The birds along with the dead ones were examined for gross lesions. Samples of the brain, thymus, proventriculus, bursa of Fabricius, kidney, spleen, cecal tonsils, intestine trachea, liver and heart were fixed in 10% formal saline, processed, embedded in paraffin wax and sectioned. They were stained with hematoxylin and eosin and examined under the light microscope.

Serology

Blood samples were collected from ten birds in each group on days 0, 7 and 20 PI. Sera were stored at -20°C for a few weeks. NDV hemagglutination inhibition (HI) antibody quantification was done using the hemagglutination (HA) and HI procedures of Beard (4). The sera were inactivated by heating at 56°C for 30 min in water bath. The antigen used for the HI test was a PBS suspension of LaSota NDV vaccine which had 10 HA units.

Statistical Analysis

The significance of difference between means was statistically analyzed using Student t-test.

RESULTS

Clinical Signs

On day 3 PI birds in the infected group came down with dullness, ruffled feathers, drop in feed and water consumption, and droopy wings. Some tucked their heads under their wings. Head shaking, paralysis of the legs and wings, jerking of the head downward and upward and greenish diarrhea appeared on day 4 PI. Morbidity was 100%. Six chickens showed torticollis on day 7 PI and the number increased to ten the next day. Weight loss was significant in the infected chickens on days 14 and 20 PI ($P < 0.5$) (Table I).

Mortality was first observed on day 5 PI and 14 birds were involved. Peak mortality occurred on days 6 and 7 PI and involved 30 and 28 birds, respectively. Only two birds died on day 13 PI which was the last day of mortality. Total mortality was 92% excluding the sacrificed birds. Improvement in the clinical signs was observed on day 10 PI. By day 18 PI only torticollis persisted in some birds. The uninfected group presented no clinical signs.

Gross Lesions

Muscles of the breast, leg and thigh were congested. Hemorrhages were observed on the proventricular mucosa while intestines showed catarrhal or hemorrhagic enteritis. The jejunum and ileum often presented sharply-demarcated button-like hemorrhagic ulcers. These ulcers were evident from their serosal surface. On the mucosa they were often covered by a thin greenish layer of necrotic intestinal tissue. The cecal tonsils were swollen, hemorrhagic and often contained cheesy necrotic material. The thymus was severely atrophic (Figure 1). At a certain stage the tissue was no longer detectable. The spleen and the bursa of Fabricius were also atrophic (Figure 2). But the three lymphoid organs regained their normal sizes later. The spleen was mottled with dark spots on the serosal surface. The kidneys were swollen and hemorrhagic while the liver and the heart were congested. The trachea and the lungs showed no lesion. The distribution and persistence of the lesions are shown in Table II. The uninfected birds showed no gross lesion.

Histopathology

In the spleen, mild to moderate lymphocytic necrosis and depletion were observed on day 3 PI. By day 4 PI these lesions were severe especially around sheathed arterioles. The reticular cells around the sheathed arterioles were hypertrophic. The walls of some arteries were markedly thickened. Deposition of fibrin around the sheathed arterioles was observed on days 6, 7 and 10 PI (Figure 3). Germinal centers (GC) increased in number on day 10 PI when evidence of lymphocytic repopulation was first observed. Complete repopulation almost occurred on day 20 PI with the appearance of numerous GCs.

Mild lymphocytic necrosis was observed in some bursal follicles on day 3 PI. The lesion was moderate and plial epithelium hyperplastic on day 4 PI. There was intra- and interfollicular edema. Depletion of the lymphocytes was severe on day 6 PI (Figure 4) and the hyperplastic epithelium showed numerous folds. The follicles were atrophic on day 7 PI. Evidence of lymphocytic repopulation was found in the medulla on day 10 PI and repopulation was almost complete by day 20 PI when the plial epithelium was also normal.

Thymus and cecal tonsils showed mild lymphocytic necrosis on day 3 PI. The lesion was severe by day 4 PI (Figure 5), but by day 20 PI repopulation was nearly complete with increased number of GCs in the cecal tonsils.

Table I

Mean body weight (g), mortality (%) and hemagglutination inhibition (HI) antibody titers of control and infected chickens

Days postinoculation	0		7		14		20	
	Cont.	Inf.	Cont.	Inf.	Cont.	Inf.	Cont.	Inf.
Body weight	356	355	-	-	487	374*	516.5	434*
Mortality	0	0	0	63	0	92	0	92
HI antibody titers (GMT ¹)	2.0	1.9	0.7	13.0*	-	-	0.0	588.1*

* Means with asterisks are significantly different from their controls ($P < 0.5$)
1. Geometrical mean titer

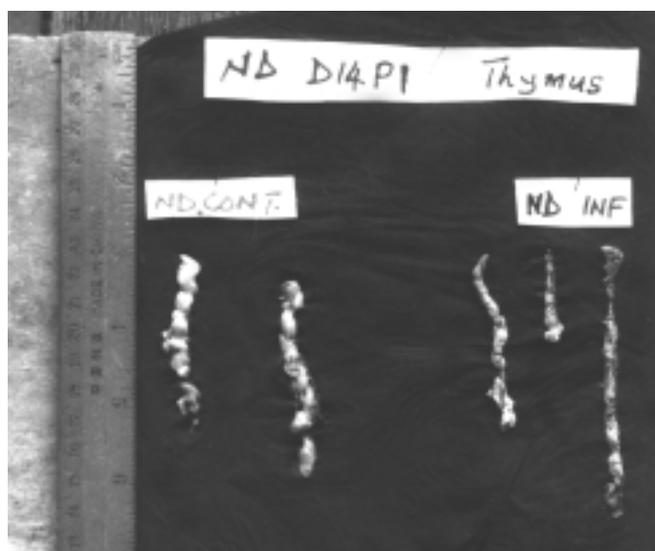


Figure 1: Atrophy of the thymus in infected chickens on day 14 postinoculation.

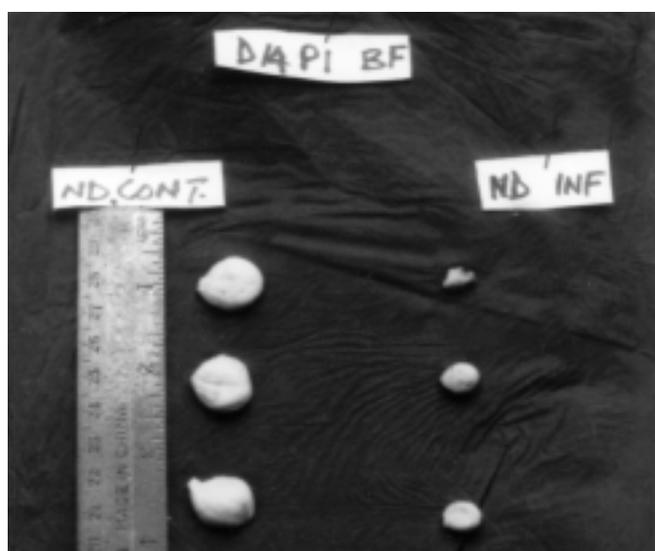


Figure 2: Atrophy of the bursa in infected chicken on day 14 postinoculation.

Submucosa edema and ulceration of the mucosa and villi were observed in the intestines on day 4 PI. There was increased ulceration, hemorrhages, congestion and hyperplasia of the goblet and crypt cells on day 6 PI. These persisted up to day 10 PI.

Congestion of the peritubular blood vessels, casts and pyknosis of the tubular epithelial cells (Figure 6) were observed in the kidneys on days 4 to 10 PI. Liver and heart muscles showed congestion and edema up to day 10 PI.

Cerebrum and cerebellum presented submeningeal edema and mild lymphocytic infiltration on day 3 PI. Vacuoles were observed in the gray matter of the cerebellum and the cerebrum. Meningeal edema and lymphocytic infiltration persisted in both organs. Demyelination and degeneration of the Purkinje cells were observed in the cerebellum on day 7 PI. Perivascular cuffing with lymphocytes (Figure 7), edema, congestion, gliosis and endotheliosis (Figure 8) were observed in both organs on day 10 PI. Necrosis of the cerebral parenchyma and markedly thickened arteries were also observed. These lesions persisted up to day 20 PI.

Table II
Frequency and persistence of the gross lesions

Organ	Lesion	Days postinoculation																		
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	16	18	20				
Breast, thigh and leg muscles	Congestion	0 ^a /3 ^b	2/3	17/17	33/33	31/31	13/13	13/15	11/11	2/2	1/5	1/3	0/3	0/3	0/3	0/3				
	Mucosal hemorrhage	1/3	1/3	6/17	10/33	6/31	3/13	2/15	1/11	0/3	0/5	0/3	0/3	0/3	0/3	0/3				
	Atrophy	0/3	2/3	15/17	33/33	31/31	13/13	15/15	11/11	3/3	5/5	3/3	3/3	3/3	1/3	0/3				
	Disappearance of the tissue	0/3	0/3	0/17	0/33	0/31	0/3	0/15	11/11	3/3	5/5	0/3	0/3	0/3	0/3	0/3				
Bursa	Atrophy	0/3	0/3	4/17	10/33	27/31	13/13	15/15	11/11	3/3	5/5	3/3	3/3	2/3	0/3	0/3				
	Mottling with dark spots	2/3	3/3	14/17	6/33	2/31	1/3	0/15	0/11	0/3	0/5	0/3	0/3	0/3	0/3	0/3				
Spleen	Atrophy	0/3	0/3	0/17	26/33	28/31	13/13	12/15	11/11	3/3	2/5	1/3	1/3	1/3	0/3	0/3				
	Congestion and enlargement	1/3	2/3	10/17	21/33	30/31	10/13	11/15	7/11	2/3	2/5	1/3	1/3	0/3	0/3	0/3				
Kidney	Hemorrhagic ulcer	0/3	1/3	4/17	8/33	7/31	3/13	2/15	1/11	0/3	0/5	0/3	0/3	0/3	0/3	0/3				
	Hemorrhagic or catarrhal enteritis	3/3	3/3	14/17	25/33	20/31	5/13	5/15	4/11	3/3	0/5	0/3	0/3	0/3	0/3	0/3				
Cecal tonsils	Mucosal hemorrhage	2/3	1/3	6/17	8/33	6/31	2/13	1/15	0/11	0/3	0/5	0/3	0/3	0/3	0/3	0/3				

a = Number positive for lesion; b = Total number necropsied

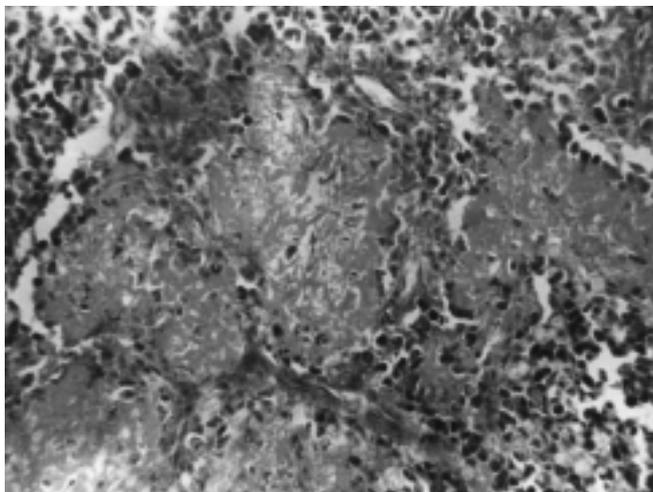


Figure 3: Spleen showing fibrin deposition around the sheathed arterioles on day 6 postinoculation. (Hematoxylin and eosin x 200)

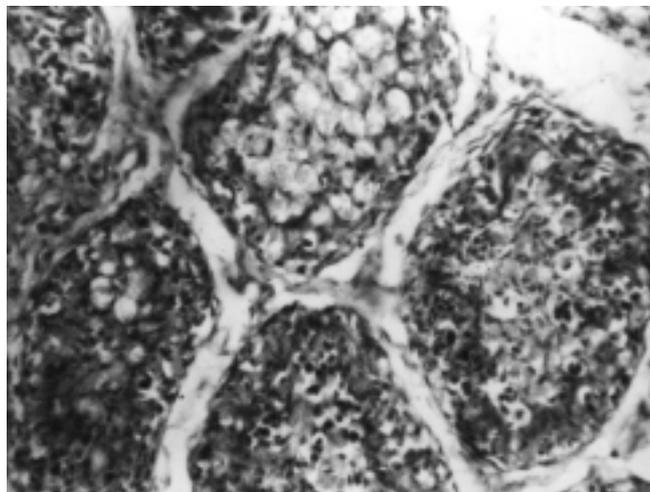


Figure 4: Bursa showing lymphocytic necrosis, depletion and interfollicular edema on day 6 postinoculation. (Hematoxylin and eosin x 200)

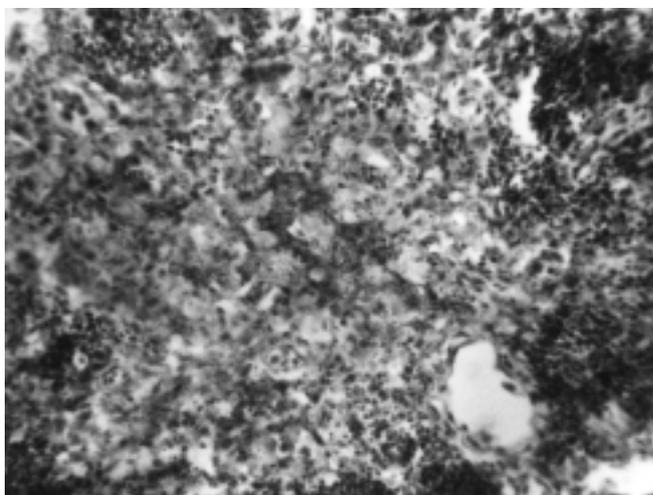


Figure 5: Thymus showing lymphocytic necrosis, depletion and hyperemia on day 4 postinoculation. (Hematoxylin and eosin x 200)

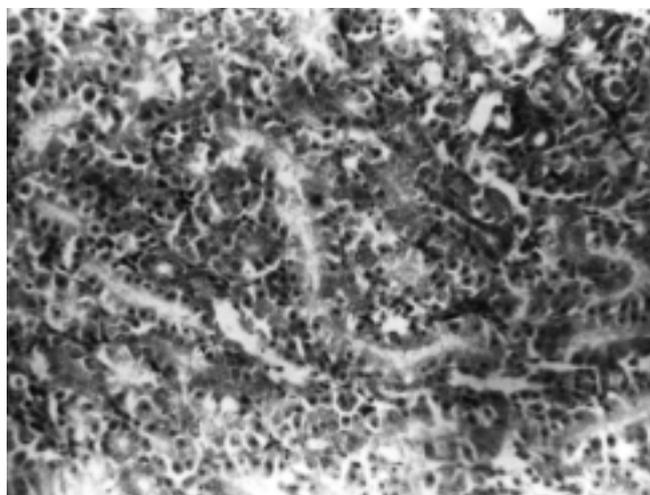


Figure 6: Kidney showing pyknosis of renal epithelial cells on day 10 postinoculation. (Hematoxylin and eosin x 200)

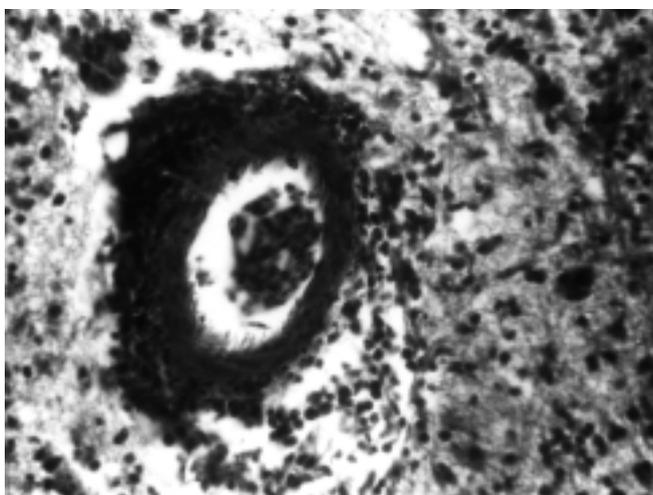


Figure 7: Cerebrum showing perivascular cuffing with lymphocytes and edema on day 10 postinoculation. (Hematoxylin and eosin x 200)

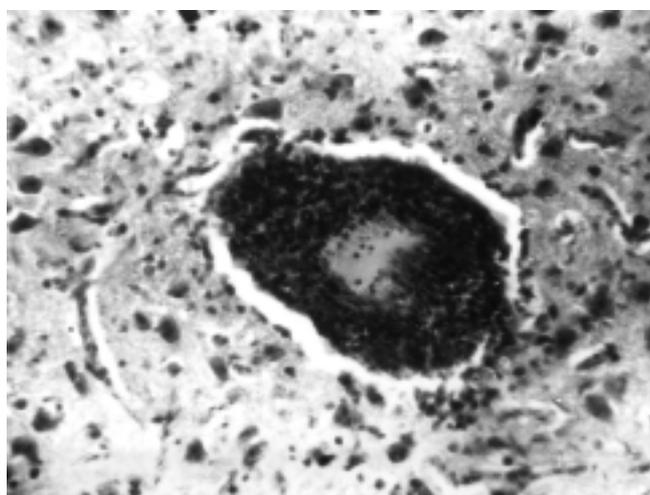


Figure 8: Cerebrum showing endotheliosis on day 14 postinoculation. (Hematoxylin and eosin x 200)

Serology

Infected birds showed seroconversion while the uninfected birds did not (Table I).

■ DISCUSSION

The hemorrhages in the proventriculus, intestines and cecal tonsils indicate that the isolate VGF-1 is a velogenic viscerotropic strain of NDV (VVNDV). The nervous signs and lesions were severe, but they affected many less birds than the gastroenteric lesions. The nervous involvement could be due to the IM route used in the inoculation of the virus. Beard and Hanson (5) reported that the IM, intravenous and intracerebral routes appeared to enhance the neurological signs while the natural routes (oral, intraocular and nasal) emphasized respiratory involvement. Most outbreaks of ND in village chickens are transmitted through ingestion of contaminated feed (16). They are characterized by viscerotropic signs such as greenish diarrhea and few nervous signs. The pathotype of the NDV involved in an outbreak appears to be the major factor that determines the form of the disease that is manifested by the birds (2).

The atrophy, lymphocyte depletion in the lymphoid organs and proventricular hemorrhage, observed in this experiment, can make velogenic viscerotropic ND outbreaks in young chickens closely resemble the infectious bursal disease (IBD) in the field. But it should be noted that the enlargement and the massive heterophilic infiltration present in the bursa at the early and acute stages of IBD do not occur in ND. While IBD causes progressive and premature involution of the bursa, ND causes transient atrophy of the organ.

No pathognomonic lesion has been described for ND. But the hemorrhagic button-like ulcers in the intestines do not appear to have been described for any other poultry disease except avian influenza (20). These hemorrhagic-necrotic lesions develop in the lymphoid aggregates of the wall of the intestine. They could be regarded as pathognomonic for ND because severe outbreaks of avian influenza have been rare in the past 20 years (8).

The incubation period in this experiment was three days postinoculation with total mortality of 92%. Hamid *et al.* (11) studied an Indonesian strain of VVNDV and reported incubation periods of 2 to 16 days and 3 to 5 days in 7- and 20-week-old nonimmune chickens, respectively. Mortalities were 85.3 and 100%. Contrary to their observations, our isolate produced neither respiratory signs nor lesions.

The severe clinical signs observed in the present experiment have been described for VVNDV (2, 10, 11, 13). However, Hamid *et al.* (11) did not observe tremor of the head and torticollis contrary to results obtained in this study. The greenish diarrhea and gastrointestinal lesions are in agreement with what has been described for other VVNDV strains (2, 4, 11, 12, 14, 21). Contrary to the present results and those of McFerran and McCracken (15), Hamid *et al.* (11) described gross lesions in the brain of infected chickens. Atrophy of the lymphoid organs has been described for VVNDV infections but reports of such severe thymic atrophy leading to transient disappearance of the organ have been rare (2, 11, 12, 21). The atrophy and the lymphocytic depletion in the thymus, cecal tonsils and spleen were more severe than what is generally observed in IBD (18). However, Hamid *et al.* (11) reported that the bursal lesions were less severe than those of IBD and this is in agreement with the present observations. The acute fibrinoid necrosis of the spleen observed in this experiment has also been described for VVNDV by Riddel (20) and Hamid *et al.* (11). Alexander (2) reported no such lesion. The severe

microscopic lesions observed in the brain are not in agreement with the mild changes described by Hamid *et al.* (11). Alexander (2) described no histopathological lesion in the brain while Spradbrow (21) reported that it was difficult to find explanations at the cellular level for the nervous lesions of ND. However, the present observations are in agreement with those of Mayor (17), Riddel (20) and Bhaiyet (7). The severe pyknosis observed in the kidney in our experiment does not appear to have been reported earlier. Lymphocytic repopulation of the lymphoid organs was almost complete by day 20 PI while Hamid *et al.* (11) reported complete repopulation by day 18 PI. The rapid increase of the mean HI antibody titer from 13.0 to 588.1 between days 7 and 20 PI could be due to the advanced repopulation of the organs and the increased number of GCs in the spleen and cecal tonsils by day 20 PI. Payne (19) suggested that antibodies developed in GCs containing memory cells specifically sensitized to the antigen.

REFERENCES

- ADU F.D., OYEJIDE O., IKEDE B.O., 1985. Characterisation of Nigerian strains of Newcastle disease virus. *Avian Dis.*, **29**: 829-831.
- ALEXANDER D.J., 1991. Newcastle disease. In: Calnek B.W., Barnes H.J., Beard C.W., Reid W.M., Yoder H.W., Eds, Diseases of poultry. Ames, IA, USA, Iowa State University Press, p. 496-519.
- AWAN M.A., OTTE M.J., JAMES A.D., 1994. The epidemiology of Newcastle disease in rural poultry: A review. *Avian Pathol.*, **23**: 405-423.
- BEARD C.W., 1989. Serological procedures. In: Purchase H.G., Arp L.H., Domermuth C.H., Pearson J.E., Eds, A laboratory manual for isolation and identification of avian pathogens. Kenneth Square, PA, USA, American Association of Avian Pathologists, p. 192-200.
- BEARD C.W., HANSON R.P., 1984. Newcastle disease. In: Hofstad M.S., Barnes H.J., Calnek B.W., Reid W.S., Barnes H.J., Eds, Diseases of poultry. Ames, IA, USA, Iowa State University Press, p. 452-470.
- BELL J.G., MOULOUS S., 1988. A reservoir of virulent Newcastle disease virus in village chicken flocks. *Prev. vet. Med.*, **6**: 37-42.
- BHAIYET M.I., 1995. Brain lesions in chickens experimentally infected with neuro-adapted strain of mesogenic Newcastle disease virus. *J. vet. Med. Sci.*, **57**: 237-244.
- EASTERDAY B.C., HINSHAW V.S., 1991. Influenza. In: Calnek B.W., Barnes H.J., Beard C.W., Reid W.M., Yoder H.W., Eds, Diseases of poultry. Ames, IA, USA, Iowa State University Press, p. 532-551.
- ECHONWU G.O.N., IROEGBU C.U., EMERUWA A.C., 1993. Recovery of velogenic Newcastle disease virus from dead and healthy free-roaming birds in Nigeria. *Avian Pathol.*, **22**: 383-387.
- GORDAN R.F., JORDAN F.T., 1982. Poultry diseases. London, UK, Bailliere Tindall.
- HAMID H., CAMBELL R.S.T., PAREDE L., 1991. Studies of the pathology of velogenic Newcastle disease: Virus infection in non-immune and immune birds. *Avian Pathol.*, **20**: 561-575.
- JUNGHERR E.L., JYZZER E.E., BRANDLY C.A., MOSES H.E., 1946. The comparative pathology of fowl plague and Newcastle disease. *Am. J. vet. Res.*, **7**: 250-288.
- KATOH H., 1977. Pathological studies on Newcastle: laryngeal and conjunctival lesions caused by so-called Asian Newcastle disease virus. *Jap. J. vet. Sci.*, **39**: 15-26.
- LANCASTER J.E., 1981. Newcastle disease pathogenesis and diagnosis. *World Poult. Sci. J.*, **33**: 155-165.
- MCFERRAN J.B., MCCRACKEN R.M., 1988. Newcastle disease. In: Alexander D.J. Ed., Newcastle disease. Boston, MA, USA, Kluwer Academic Publishers, p. 162-183.
- MARTIN P.A.J., 1992. The epidemiology of Newcastle disease in village chickens. In: Spradbrow P.B. Ed., Newcastle disease in village chickens, control with thermostable oral vaccines. Canberra, Australia, ACIAR, p. 40-45.
- MAYER O.Y., 1968. Histopathological aids to the diagnosis of certain poultry diseases. *Vet. Bull.*, **38**: 273-285.

18. OKOYE J.O.A., 1984. Histopathogenesis of infectious bursal disease in the thymus, spleen and cecal tonsils of chickens. *Trop. Vet.*, **2**: 225-232.
19. PAYNE L.N., 1971. The lymphoid system In: Bell D.J., Freeman B.M., Eds, Physiology and biochemistry of the domestic fowl. New York, NY, USA, Academic Press, p. 985-1031.
20. RIDDEL C., 1987. Avian histopathology. Kenneth Square, PA, USA, American Association of Avian Pathologists, p. 51.

21. SPRADBROW P.B., 1987. Newcastle disease - An overview. In: Copland J.W. Ed., Newcastle disease in poultry: A new food pellet vaccine. Canberra, Australia, ACIAR.

22. SPRADBROW P.B., 1992. Newcastle disease in village chickens, control with thermostable oral vaccines. Canberra, Australia, ACIAR.

Reçu le 16.08.1999, accepté le 03.05.2001

Résumé

Okoye J.O.A., Agu A.O., Chineme C.N., Echeonwu G.O.N.
Caractérisation pathologique chez des poulets du virus vélogénique de la maladie de Newcastle isolé chez une pintade

Une bande de 160 coquelets Harco âgés de six semaines ont été inoculés par voie intramusculaire avec un isolat nigérian local de virus vélogénique de la maladie de Newcastle (VMN) obtenu à partir d'une pintade morte. Des signes cliniques de la maladie, principalement la dépression, des diarrhées verdâtres, la paralysie, l'opisthotonos et le torticolis, ont pu être observés sur les volailles trois jours après l'inoculation. Le taux de morbidité a été de 100 p. 100 alors que celui de mortalité a été de 92 p. 100. Au dix-huitième jour après l'inoculation, seul le torticolis a été encore présent chez certaines volailles. Les lésions macroscopiques principales ont été les hémorragies dans les muqueuses proventriculaires, des ulcères hémorragiques des intestins et une atrophie transitoire des organes lymphoïdes. Des coupes d'organes ont révélé des nécroses et des déplétions lymphocytaires des organes lymphoïdes, une endothéliose, une gliose et des manchons périvasculaires du cerveau et du cervelet. Ces observations ont indiqué que l'isolat provenait d'une souche vélogénique viscérotropique. Les auteurs proposent de considérer les ulcères hémorragiques dans les intestins comme des éléments diagnostiques du VMN vélogénique viscérotropique en l'absence de preuve épizootiologique de virus grippal aviaire.

Mot-clés : Poulet - Coquelet - Virus de la maladie de Newcastle - Infection expérimentale - Nigeria.

Resumen

Okoye J.O.A., Agu A.O., Chineme C.N., Echeonwu G.O.N.
Caracterización patológica en pollos de un virus rápido de la enfermedad de Newcastle aislado en aves de Guinea

Una parvada de 160 gallos Harco de seis semanas de edad fue inoculada en forma intramuscular con una aislamiento local nigeriano de un virus de la enfermedad de Newcastle (NDV) rápido, aislado a partir de aves muertas. Las aves aparecieron con signos clínicos al día 3 post-inoculación (PI). Los principales signos fueron depresión, diarrea verdosa, parálisis, opistotono y torticollis. La morbilidad fue de 100%, pero la mortalidad fue de 92%. Al día 18 PI, la torticollis fue el único signo persistente en algunas de las aves. Las principales lesiones fueron hemorragias en la mucosa pro ventricular, úlceras hemorrágicas en los intestinos y atrofia pasajera de los órganos linfoides. Algunos sectores de los órganos mostraron necrosis linfocitaria y vaciamiento del endotelio de los órganos linfoides, gliosis y pliegues perivasculares del cerebro y cerebelo. Las observaciones anteriores mostraron que el aislamiento fue de una cepa rápida viscerotrópica. Se sugiere que las úlceras hemorrágicas en los intestinos podrían utilizarse como diagnóstico para los NDV viscerotrópicos rápidos en caso de ausencia de evidencia epizootiología de la influenza aviar.

Palabras clave: Pollo - Gallito - Virus de la enfermedad de Newcastle - Infección experimental - Nigeria.

Observations on an *Actinomyces pyogenes* Infection in a Goat

S.O. Akpavie¹ B.O. Emikpe¹

Key words

Goat - *Actinomyces pyogenes* - Abscess - Nigeria.

Summary

Actinomyces pyogenes was isolated in a case of visceral abscessation involving the lungs and the liver in a goat.

INTRODUCTION

Actinomyces pyogenes is a common cause of various animal diseases such as summer mastitis, endometritis, liver and foot abscesses, endocarditis, chronic nonsuppurative pneumonia and suppurative arthritis especially in sheep and cattle (4, 7). In humans, it has been associated with leg ulcers (6).

There are reports of *Corynebacterium pseudotuberculosis* causing caseous lymphadenitis in goats and sheep (1, 8, 9), but there is paucity of information on the disease caused by *Actinomyces pyogenes* in small ruminants. This communication reports a case of multiple visceral abscesses caused by *Actinomyces pyogenes* in a local Red Sokoto goat in Nigeria.

MATERIALS AND METHODS

In Ibadan, Oyo State of Nigeria, 100 female Red Sokoto goats aged 1-3 years were purchased from Sokoto environs and 15 female West African Dwarf goats were purchased locally for cross-breeding by a livestock farm. The animals were grazed on *Panicum maximum* pasture and fed with commercial concentrate.

One of the offspring from this flock, a six-month-old male, pure Red Sokoto goat, was noticed to be lean, unthrifty and dull. It was routinely dewormed with Levamisole[®] and placed on oxytetracycline for three days but was found dead on pasture on the third day. Postmortem examination was carried out on the carcass and tissues were obtained for histopathology and microbiology.

At postmortem, the carcass was very lean and the lungs showed grayish white nodules of about 1-4 mm in diameter scattered throughout the lungs. The liver also had similar multiple grayish white raised nodules scattered throughout its parenchyma (Figure 1).

Specimens from the liver and the lungs were fixed in 10% buffered formalin processed routinely for histopathology and stained with hematoxylin and eosin. Special staining was performed with Brown and Brien and Ziehl Neelsen stains.

Cultures of lung and liver nodules were made by direct inoculation into blood agar and incubated at 37°C for 48 h.



Figure 1: Goat liver showing numerous circumscribed grayish nodules of different sizes.

1. Department of Veterinary Pathology, University of Ibadan, Ibadan, Nigeria

■ RESULTS

Histological examination of tissues revealed the multiple nodules in the lungs and the liver to be areas of necrosis and marked neutrophilic and macrophage infiltrates surrounded by fibrous connective tissues. In the lungs, the adjacent alveoli were collapsed.

A pure culture of *Actinomyces pyogenes* was obtained on blood agar. The colonies and biochemical characteristics of the organism were as described by Carter *et al.* (4) and Cowan and Steel (5).

■ DISCUSSION

Actinomyces pyogenes infection in the goat was associated with marked cachexia as described by Frazer *et al.* (7). The visceral abscesses observed in this case were quite numerous and different from the dilation of blood vessels and emphysema recorded in the experimental infection in mice by Atef *et al.* (3). The mild lesions of *Actinomyces pyogenes* in mice, as inferred by Wilson and Miles (10), may be due to the fact that mice are quite resistant to this disease.

According to Atef *et al.* (3), cephaloridine and lincomycin are effective antibiotics against an *Actinomyces pyogenes* infection. This might explain why oxytetracycline was not effective in the treatment of this case.

Clinical and gross pathology of the disease are indistinguishable from a *Mycobacterium bovis* infection, but the isolation of a pure culture of *Actinomyces pyogenes* and the negative result obtained with Ziehl Neelsen stain ruled out tuberculosis.

Another disease from which this infection should be differentiated is caseous lymphadenitis that can spread to visceral organs. In this report, however, the superficial or preescapular, precrucial, parotid and submaxillary lymph nodes usually involved in caseous lymphadenitis (2, 8, 9) were not affected.

The source of the infection in this case was not clear but it has been reported that organisms can gain entrance into the tissue from injuries and thus complicate other infections caused by viruses and mycoplasmas (4).

This shows that visceral abscessation in small ruminants can also result from an *Actinomyces pyogenes* infection, hence the need for proper investigation and diagnosis of this infection in these animals.

Acknowledgments

The authors appreciate the cooperation of the management of Zar-tech (Agric) Ltd. Ibadan for their support and Mrs. Ohore for typing the manuscript.

REFERENCES

1. ADDO P.A., 1987. Fluorescent antibody technique in the diagnosis of *Corynebacterium pseudotuberculosis*. *Bull. Anim. Health Prod. Afr.*, **26**: 127-131.
2. AMEH J.A., ADEKEYE J.O., 1994. An outbreak of caseous lymphadenitis of goats on an LIBC farm, Dangora, Nigeria. *Niger. J. Anim. Prod.*, **21**: 149-151.
3. ATEF M., SHALABY M.A., ABO'NORAYE M.A., 1986. The influence of sex hormones on the efficacy of some antibiotics during experimental *Corynebacterium pyogenes* infection in mice. *Bull. Anim. Health Prod. Afr.*, **34**: 81-85.
4. CARTER G.R., CHENGAPPA M.M., ROBERTS A.W., 1995. Essentials of veterinary microbiology, 5th Ed. Baltimore, MD, USA, William and Wilkins, p. 214-216.
5. COWAN S.F., STEEL K.J., 1974. Manual for identification of medical bacteria, 1st Ed. Cambridge, UK, Cambridge University Press.
6. COYLE M.B., LIPSKY B.A., 1990. *Coryneform bacteria* in infectious diseases: Clinical and laboratory aspects. *Clin. Microbiol. Rev.*, **3**: 223-246.
7. FRAZER C.M., BERGERON J.A., MAYS A., AEILLO S.E., 1991. The Merck veterinary manual. Rahway, NJ, USA, Merck and Co.
8. KURIA J.K.N., NGATIA T.A., 1990. Caseous lymphadenitis of sheep and goats in Kenya. *Bull. Anim. Health Prod. Afr.*, **38**: 15-18.
9. NFI A.N., NDI C.N., 1994. Caseous lymphadenitis in sheep and goats in Mankon, Cameroon. *Bull. Anim. Health Prod. Afr.*, **42**: 163-166.
10. WILSON G.S., MILES A., 1975. In: Topley and Wilson Eds, Principles of bacteriology and immunity, 6th Ed., Vol. 1, p. 636.

Reçu le 14.04.2001, accepté le 19.06.2001

Résumé

Akpavie S.O., Emikpe B.O. Résultats d'observation d'une infection à *Actinomyces pyogenes* chez une chèvre

Actinomyces pyogenes a été isolé chez une chèvre dont les poumons et le foie présentaient des abcès viscéraux.

Mots-clés : Caprin - *Actinomyces pyogenes* - Abcès - Nigeria.

Resumen

Akpavie S.O., Emikpe B.O. Observaciones en una infección por *Actinomyces pyogenes* en una cabra

Actinomyces pyogenes fue aislado en un caso de un absceso visceral, involucrando pulmones e hígado en una cabra.

Palabras clave: Caprino - *Actinomyces pyogenes* - Absceso - Nigeria.

Infestations parasitaires gastro-intestinales précoces chez la chèvre Naine de Guinée (*Capra reversa*) à Dschang dans l'ouest du Cameroun

E. Tedonkeng Pamo¹ M. Mpoame² J. Sonchieu²

Mots-clés

Caprin - Chèvre Naine guinéenne - *Eimeria* sp. - *Strongyloides* sp. - *Moniezia* sp. - *Trichuris* sp. - Trichostrongylidae - Cameroun.

Résumé

Une étude sur l'évolution des infestations parasitaires gastro-intestinales précoces chez la chèvre Naine de Guinée a été réalisée à Foto, un village de la périphérie de Dschang dans les Hauts Plateaux de l'ouest du Cameroun. Trente-deux chevreaux ont été suivis de 0 à 3,5 mois d'âge pendant la saison des pluies. Les fèces ont été collectées toutes les deux semaines tôt le matin. La numération des œufs ou des oocystes a été réalisée au moyen d'une cellule de McMaster. Cinq familles de parasites gastro-intestinaux ont été identifiées : Eimeriidae (*Eimeria* sp.), Anoplocephalidae (*Moniezia* sp.), Strongyloidiidae (*Strongyloides* sp.), Trichostrongylidae (strongles) et Trichuridae (*Trichuris* sp.). Les parasites à courte période prépatente (*Eimeria* sp. et *Strongyloides* sp.) sont apparus les premiers. *Moniezia* sp. dont la période prépatente a été la plus longue a été observé le dernier. Les infestations des chevreaux ont commencé dès la fin de la deuxième semaine après la naissance. Le passage des chevreaux de l'allaitement au fourrage au début de la saison des pluies dans des zones à forte densité de population humaine a engendré parasitisme et malnutrition, affectant ainsi la production et la productivité des animaux. Des traitements dès l'âge de 3-4 semaines en anticipation des infestations avec des produits à large spectre d'action ont donc été conseillés pour assurer la survie et le bon développement des chevreaux.

■ INTRODUCTION

Les petits ruminants jouent un rôle important dans les systèmes de production alimentaire des pays en développement (6). Ces animaux s'adaptent aux climats et conditions d'élevage les plus variés (3). La chèvre fournit 3,5 p. 100 de la viande totale consommée dans ces pays, contre 0,2 p. 100 dans les pays industrialisés (6). Malgré ce taux relativement faible, l'élevage des caprins est très répandu dans les pays tropicaux car la chèvre constitue un placement facilement mobilisable, participe à la consolidation des liens sociaux et, enfin, est utilisée lors de sacrifices, rites et cérémonies diverses tant culturelles que religieuses. Nonobstant cette importance, la production et la productivité des caprins sous les tropiques en général et dans les pays africains en particulier restent faibles pour diverses raisons. Parmi celles-ci, et non des moindres,

figurent les déficiences alimentaires et les maladies dont l'ampleur en zone tropicale humide est considérable. Très souvent, ces deux facteurs agissent de manière concomitante (5).

Les parasitoses gastro-intestinales ne sont pas les plus négligeables parmi les maladies des petits ruminants (3, 7). Ndamukong et coll. (8, 9) ont identifié les helminthoses comme l'une des principales causes de mortalité chez les petits ruminants dans le nord-ouest du Cameroun. On estime qu'en Afrique, où les conditions climatiques sont favorables aux parasites sur la majeure partie du territoire, 97 p. 100 des petits ruminants sont porteurs de parasites du tractus digestif (5). L'ampleur de ce problème est manifeste car les parasites gastro-intestinaux sont à l'origine d'énormes pertes économiques. Si la plupart de ces parasites et leur biologie sont connus, il n'y a pas d'information sur l'infestation chez les très jeunes animaux.

L'objectif de cette étude a été de suivre l'évolution des infestations chez les jeunes animaux lors du passage d'une alimentation lactée à une alimentation à base de fourrage à partir d'analyses coproscopiques.

1. Université de Dschang, Fasa, département des Productions animales, BP 222, Dschang, Cameroun

2. Université de Dschang, faculté des Sciences, département de Biologie animale, BP 67, Dschang, Cameroun

■ MATERIEL ET METHODES

Zone de l'étude

L'étude a été conduite à Foto, un village des Hauts Plateaux de l'ouest du Cameroun dans la périphérie de la ville de Dschang pendant la saison des pluies. Cette zone reçoit en moyenne 1 900 mm de précipitations par an. La température moyenne annuelle varie entre 15,2 et 25 °C, tandis que l'humidité relative oscille entre 40 et 100 p. 100. Le climat est de type guinéen d'altitude avec une longue saison des pluies (mi-mars à mi-novembre) et une courte saison sèche (mi-novembre à mi-mars). La végétation originelle de la zone est une savane arbustive avec des galeries forestières par endroits. Les sols, assez fertiles dans l'ensemble, permettent une exploitation continue de l'espace.

Matériel animal et parcours

L'étude a été conduite sur 32 chevreaux Nains de Guinée. Les chevreaux passaient la journée avec leur mère, laquelle broutait au piquet sur les pâturages ou jachères de 7-8 heures à 17-18 heures. Elles étaient gardées la nuit dans les cuisines, les hangars ou les magasins, sinon aux abords des maisons. Les parcours étaient constitués dans la plupart des cas de *Pennisetum* sp., *Panicum maximum*, *Brachiaria ruziziensis*, *Tithonia diversifolia*, *Setaria* sp., *Bidens pilosa*, *Hyparrhenia* sp., *Floribundum* sp., *Aspilia africana*, *Vernonia* sp., *Imperata cylindrica*, etc. Ils étaient généralement dégradés et souvent exigus. Les éleveurs géraient eux-mêmes les animaux au pâturage. Les chevreaux ont été suivis à partir de la naissance.

Collecte des matières fécales

Le prélèvement des échantillons de matières fécales a eu lieu toutes les deux semaines pendant les trois mois et demi (juin-septembre) de l'essai. En fonction de la taille de l'animal, l'une des deux méthodes de collecte suivantes a été utilisée :

- prélèvement au sol. Ce type de prélèvement a été utilisé chez les chevreaux les plus robustes. Tôt le matin, les animaux étaient amenés à déféquer et un échantillon de la matière fécale était ramassé immédiatement et conservé dans un sac en plastique. Les échantillons étaient observés le même jour ou au plus tard le lendemain ;

- prélèvement par recueil. La veille de la collecte, un sac confectionné à cet effet était attaché à la partie postérieure des animaux de petite taille. Les fèces de la nuit étaient récupérées le lendemain matin et transférées dans un sac en plastique.

Analyses coproscopiques

La recherche des oocystes de coccidies et des œufs d'helminthes s'est faite suivant la méthode d'enrichissement par flottaison en solution saturée de chlorure de sodium (13). La cellule de McMaster a été utilisée pour la numération des éléments parasitaires (détermination du nombre d'œufs ou d'oocystes par gramme de fèces : opg). Les ouvrages de Soulsby (11) et d'Euzéby (2) ont servi de référence pour l'identification des œufs d'helminthes.

Analyse des résultats

L'analyse de variance suivie du test de Duncan, quand les différences étaient significatives, a été utilisée pour la comparaison des opg après transformation Log (x + 1) préalable, compte tenu de la forte variation des valeurs obtenues (12).

■ RESULTATS ET DISCUSSION

Composition de la faune parasitaire

Cinq familles de parasites gastro-intestinaux ont été identifiées au cours de la présente étude : Eimeriidae (*Eimeria* sp.), Anoplocephalidae (*Moniezia* sp.), Strongyloididae (*Strongyloides* sp.), Trichostrongylidae (strongles) et Trichuridae (*Trichuris* sp.). Ces mêmes familles ont été rapportées au Nigeria par Fakae (3) et au Cameroun par Dubois et Hardouin (1), Ndamukong et coll. (8), Ndamukong et Ngone (7) et Zango (14). Ces auteurs ont identifié divers genres de strongles dont *Haemonchus*, *Trichostrongylus*, *Oesophagostomum*, *Cooperia* et *Chabertia*.

La transmission de tous les parasites observés se fait par ingestion de diverses formes infestantes : oocystes de coccidies, larves de strongles et acariens hôtes intermédiaires de *Moniezia* sp. Les infestations sur les chevreaux en allaitement seraient sans doute liées à leurs premières consommations d'herbe. Ces jeunes animaux sont par ailleurs très sensibles aux infestations (11). Le poly-parasitisme a été fréquemment observé : 78,6 p. 100 des infestations se rapportaient à une combinaison d'au moins deux familles de parasites avec une prédominance de l'association coccidies-strongyloïdés-strongles.

Evolution des infestations

Les parasites dont la période prépatente a été courte sont apparus les premiers : *Strongyloides* sp. (5-7 jours) et *Eimeria* sp. (14-17 jours). *Moniezia* sp. dont la période prépatente a été la plus longue (37-40 jours) a été le dernier. *Trichuris* n'ayant été rencontré qu'occasionnellement a été écarté des analyses. En comparant les périodes prépatentes et les âges des animaux, on peut conclure que les infestations ont commencé dès la fin de la deuxième semaine après la naissance. Au début, les prévalences ont été faibles, mais elles ont augmenté à la fin de l'essai. Par ailleurs, en se référant aux échelles de gravité basées sur les opg limites proposées par Hansen et Perry (4) et Euzéby (2), on peut déduire que les infestations par les strongles ont été sévères dès la sixième semaine ($1\ 150 \pm 1\ 294$ opg) (tableau I).

Des traitements anticoccidiens et surtout anthelminthiques sont préconisés dès l'âge de 3-4 semaines en anticipation de la sévérité des infestations, notamment celles à *Haemonchus* sp. dès la sixième semaine. Il faut relever que les conditions d'élevage dans ce contexte sont capitales. L'environnement dans lequel vivent et sont élevés les chevreaux peut être un facteur favorisant ou non l'infestation, surtout en début de saison des pluies où ils seraient plus sensibles car sortant de la saison sèche. La dissémination et la contamination des chevreaux par les formes infestantes sont favorisées par leur développement facile et surtout leur transmission par l'aliment de base que devient progressivement le fourrage dans un environnement contaminé. Les parasites y sont présents à différents stades de leur développement. La meilleure stratégie serait donc la mise en œuvre d'un programme de traitement préventif, en améliorant l'alimentation des animaux surtout pendant la saison des pluies.

■ CONCLUSION

Cette étude a permis d'observer chez les chevreaux de moins de 3,5 mois, des infestations parasitaires précoces parfois intenses. La concentration fécale d'œufs ou d'oocystes a varié avec l'âge de l'animal. Le polyparasitisme a été fréquent.

La lutte anti-parasitaire doit être précoce car l'infestation qui a son origine dans l'environnement normal des animaux, où il s'avère difficile de la combattre, s'observe très tôt.

Tableau I

Evolution de la concentration d'œufs ou d'oocystes des parasites

Age (semaines)	<i>Eimeria</i> spp.	<i>Strongyloides</i> spp.	Strongles	<i>Moniezia</i> spp.
4	4 183 ± 5 476 ^a (18,8*)	7 533 ± 11 589 ^{ac} (9,4*)	0	absence
6	28 418 ± 47 051 ^{bc}	11 031 ± 30 434 ^a	1 150 ± 1 294 ^a (21,9*)	absence
8	28 015 ± 32 598 ^{bc}	3 509 ± 9 590 ^{bc}	1 431 ± 2 097 ^{ab}	presence (8,4*)
10	59 938 ± 107 227 ^c	1 251 ± 1 327 ^{bc}	1 991 ± 2 306 ^b	presence
12	31 042 ± 61 782 ^{cde}	750 ± 545 ^{bc}	1 731 ± 1 691 ^{ab}	presence
14	8 675 ± 8 382 ^{ade}	617 ± 488 ^b	1 117 ± 880 ^a	absence

^{a, b, c, d, e} Les moyennes plus ou moins l'écart-type dans les colonnes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 p. 100
(*) = prévalences

BIBLIOGRAPHIE

- DUBOIS J., HARDOUIN J., 1988. L'élevage des petits ruminants en milieu villageois au Cameroun : Santé animale. *Tropicultura*, **6** : 139-143.
- EUZEBY J., 1981. Diagnostic expérimental des helminthoses animales (animaux domestiques, animaux de laboratoire, primates). Travaux pratiques d'helminthologie vétérinaire. Livre 1. Généralités-diagnostic antemortem. Paris, France, Editions Informations techniques des services vétérinaires, 349 p.
- FAKAE B.B., 1990. The epidemiology of helminthosis in small ruminants under the traditional husbandry system in Eastern Nigeria. *Vet. Res. Commun.*, **14**: 381-391.
- HANSEN J., PERRY B., 1994. The epidemiology, diagnosis and control of helminth parasites of ruminants. A handbook. Nairobi, Kenya, ILRAD, 171 p.
- IEMVT, 1989. Manuel d'élevage du mouton en zone tropicale humide d'Afrique. Paris, France, ministère de la Coopération et du Développement, la Documentation française, 207 p. (coll. Manuels et précis d'élevage, n° 11)
- JANSEN C., VAN DEN B.K., 1991. L'élevage de chèvres sous les tropiques. Wageningen, Pays-Bas, Cta/Agrodok, 60 p.
- NDAMUKONG K.J., NGONE M.M., 1996. Development and survival of *Haemonchus contortus* and *Trichostrongylus* sp. on pasture in Cameroon. *Trop. Anim. Health Prod.*, **28**: 193-198.
- NDAMUKONG K.J., SEWELL M.M., ASANJI M.F., 1987. Productivity of sheep and goats under three management systems at Bamenda, Cameroon. *Trop. Anim. Health Prod.*, **19**: 237-244.
- NDAMUKONG K.J., SEWELL M.M., ASANJI M.F., 1989. Disease and mortality in small ruminants in the North West Province of Cameroon. *Trop. Anim. Health Prod.*, **21**: 191-196.
- NFI A.N., NDAMUKONG K.J., 1997. Health problems in small ruminant farms of North West Province, Cameroon. *World Anim. Rev.*, **88**: 56-58.
- SOULSBY E.J.L., 1982. Helminths, Arthropods and Protozoa of domesticated animals, 7th ed. London, UK, Ballière Tindall, 809 p.
- STEEL R.G., TORRIE J.H., 1980. Principles and procedures of statistics. New York, NY, USA, McGraw Hill, 633 p.
- THIENPONT D., ROCHETTE G., VANPARIJS O., 1979. Diagnostic de la vermineuse par examen coprologique. Beersse, Belgique, Janssen Research Foundation, 187 p.
- ZANGO P., 1994. Rapport de stage d'insertion professionnelle. Dschang, Cameroun, Université de Dschang/Institut national de développement rural, département des Productions animales, 77 p.

Reçu le 01.12.1999, accepté le 12.06.2001

Summary

Tedonkeng Pamo E., Mpoame M., Sonchieu J. Gastrointestinal Parasite Infections of West African Dwarf Goat (*Capra reversa*) Kids in Dschang, West Cameroon

A study on the development of gastrointestinal parasite infections of West African Dwarf Goat kids was carried out in Foto, a suburban village of Dschang in the Highlands of West Cameroon. Thirty-two kids were monitored from 0 to 3.5 months of age during the rainy season. Fecal samples were collected every other week early in the morning. A McMaster cell was used for egg/oocyst counts. Five families of gastrointestinal parasites were identified: Eimeriidae (*Eimeria* sp.), Anoplocephalidae (*Moniezia* sp.), Strongyloidae (*Strongyloides* sp.), Trichostrongylidae (strongyles) and Trichuridae (*Trichuris* sp.). Parasites with a short prepatent period (*Eimeria* sp. and *Strongyloides* sp.) appeared first whereas those with the longest prepatent period (*Moniezia* sp.) appeared last. Kid infection started as early as at the end of the second week after birth. The transition from suckling to forage-feeding at the beginning of the rainy season in highly populated areas lead to parasitism and malnutrition, which affected animal production and productivity. Treatment with broad-spectrum drugs as early as 3-4 weeks of age are recommended in anticipation of the infection to ensure survival and proper development of the kids.

Key words: West African Dwarf Goat - *Eimeria* sp. - *Strongyloides* sp. - *Moniezia* sp. - *Trichuris* sp. - Trichostrongylidae - Cameroon.

Resumen

Tedonkeng Pamo E., Mpoame M., Sonchieu J. Infestaciones parasitarias gastrointestinales precoces en la cabra enana de Guinea (*Capra reversa*) en Dschang, al oeste de Camerún

Se llevó a cabo un estudio sobre la evolución de las infestaciones parasitarias gastrointestinales precoces en la cabra enana de Guinea, en Foto, un pueblo en la periferia de Dschang, en las Mesetas Altas al oeste de Camerún. Se siguieron 32 cabritos, de 0 a 3,5 meses de edad durante la estación de las lluvias. Las heces fueron recogidas temprano en la mañana, cada dos semanas. El conteo de huevos u oocitos fue realizado mediante una cámara de McMaster. Se identificaron cinco familias de parásitos gastrointestinales: Eimeriidae (*Eimeria* sp.), Anoplocephalidae (*Moniezia* sp.), Strongyloidae (*Strongyloides* sp.), Trichostrongylidae (estróngilos) y Trichuridae (*Trichuris* sp.). Los parásitos con periodos de latencia cortos (*Eimeria* sp. y *Strongyloides* sp.) fueron los primeros en aparecer. *Moniezia* sp., cuyo periodo de latencia fue el más largo, fue la última en ser observada. Las infestaciones de los cabritos comenzaron hacia el final de la segunda semana post nacimiento. El paso de los cabritos de la lactancia al pastoreo, a inicios de la estación de lluvias y en zonas de fuerte densidad de población humana, condujo a parasitismo y malnutrición, afectando así la producción y la productividad de los animales. Se aconseja la administración de tratamientos preventivos de 3-4 semanas antes de la presunta aparición de las infestaciones con productos de amplio espectro, esto con el fin de asegurar la sobre vivencia y el buen desarrollo de los cabritos.

Palabras clave: Caprino - Cabra enana de Guinea - *Eimeria* sp. - *Strongyloides* sp. - *Moniezia* sp. - *Trichuris* sp. - Trichostrongylidae - Camerún.

Gestion par les feux des pâturages naturels et productivité des bovins sur les prairies des basses plaines orientales de Colombie

G. Rippstein¹ G. Allard² J. Corbin³

Mots-clés

Bovin - Système de pâturage - Conduite des herbages - Taux de charge - Pâturage en rotation - Repousse - Valeur nutritive - Plaine - Colombie.

Résumé

La productivité et la valeur alimentaire des différents types de pâturages naturels des basses plaines orientales de Colombie (*Llanos*), gérées par des feux annuels de saison sèche, ont été généralement faibles : les biomasses aériennes annuelles ont été de l'ordre de 2 à 3,5 tonnes de matière sèche par hectare et les teneurs en matières azotées totales des fourrages ont été comprises entre 5 et 11 p. 100 de la matière sèche suivant les saisons et le stade phénologique. Dans les conditions traditionnelles d'exploitation (pâturage continu, pas de feu ou des feux en début de saison sèche, chargement de 8-10 ha par animal), les gains de poids des bovins ont été faibles en saison des pluies (gains quotidiens moyens entre 150 à 300 g) et ils ont perdu généralement du poids en saison sèche (de 150 à 250 g par jour). Des expérimentations en station ont montré une différence significative de productivité des animaux selon la composition botanique, ou mieux, la valeur pastorale (indice synthétique de valeur du pâturage intégrant productivité, valeur nutritive et appétence des espèces) des pâturages naturels suivant qu'ils étaient sur des sols à texture sablo-argileuse ou argilo-limoneuse. Les feux annuels de saison sèche ont permis la production de repousses vertes mais, répétés d'année en année et associés à la libre pâture en continu, ils ont dégradé la flore. Les auteurs ont testé, sur un ensemble de parcelles en rotation, deux systèmes séquentiels de feux permettant de les espacer de 16 mois et de mettre à la disposition du bétail des repousses protégées de la pâture toutes les quatre semaines. Malgré un doublement de la charge moyenne annuelle (4 ha par tête), les gains de poids individuels de bovins en croissance ont été significativement améliorés et ce résultat a été obtenu sans dégradation de la végétation.

■ INTRODUCTION

Le feu, dans les savanes humides du monde entier, « ne doit pas être considéré comme un facteur de transformation (ou de dégradation), mais comme un facteur de conservation (et de gestion) des savanes ; il est nécessaire pour maintenir le cortège floristique de la savane, en particulier de la strate graminéenne, indispensable à l'élevage » (5, 9).

Dans la plupart des vastes prairies naturelles des basses plaines, les *Llanos* d'Amérique du Sud, en particulier dans celles de l'est de la Colombie et du sud-ouest du Venezuela, les feux de début de saison sèche sont indispensables pour la gestion des pâturages naturels (15) :

- ils permettent d'améliorer leur qualité en éliminant la végétation sénescence et la litière et, par ce moyen, favorisent les repousses des graminées ;

- d'après des essais réalisés dans les *Llanos* de Colombie (11), le pâturage après feux, à faible charge, permet des gains de poids annuels par hectare plus importants (de deux à trois fois), comparativement à une gestion sans feux (tableau I).

C'est une pratique généralisée sur les 55 millions d'hectares de prairies du bassin de l'Orénoque au nord du continent sud-améri-

1. Cirad-emvt/Ciat, TA 30/B, Campus international de Baillarguet, 34398 Montpellier Cedex 5, France

Tél. : +33 (0) 4 67 59 38 12 ; fax : +33 (0) 4 67 59 37 99 ; e-mail : georges.rippstein@cirad.fr

2. Université Paris XII, France

3. Istom, Cergy, France

Tableau I

Comparaison des gains de poids de bovins sur pâturages naturels des *Llanos* de Colombie et de l'Adamaoua au Cameroun exploités traditionnellement avec ou sans feu de saison sèche selon différentes charges et sur différents types de sols

Type de gestion et type de sol	Chargement moyen En kg poids vif/ha	Gains moyens quotidiens En g poids vif/tête/j		Gains annuels	
		Saison des pluies (235 j)	Saison sèche (130 j)	En kg poids vif/tête de 250 kg (Ubt)	En kg poids vif/ha
Amérique du Sud (<i>Llanos</i> de Colombie) *					
Traditionnelle sans feu, libre parcours sur sol argileux	40	210	- 160	28	4,5
	66	270	- 190	38	9,9
	100	150	- 250	2	0,8
Feu en saison sèche, libre parcours + minéraux sur sol argileux	40	260	+ 110	75	12,0
	66	310	- 50	67	17,4
	100	230	- 180	31	12,4
Afrique (Adamaoua au Cameroun) **					
Vaine pâture sans feu					
Sol argileux	350	600	- 129	102	142,8
Sol sableux	175	600	- 187	54	37,7
Rotation et feu de saison sèche					
Sol argileux	450	+ 547	- 12	147	267,6
Sol sableux	350	+ 420	- 132	73	102,2

* D'après Paladines O., Leal J., 1979, Pasture management and productivity in the *Llanos* Orientales, CIAT

** D'après Rippstein G., 1985, Etudes et synthèses n° 14, Iemvt

cain où pâturent 8 millions de têtes de bovins. Dans ces prairies, on retrouve donc les mêmes préoccupations des éleveurs et les mêmes moyens de gestion que ceux d'Afrique (2) ou d'Australie (8).

En Afrique, sur pâturage naturel et dans des conditions de pluviométrie assez proches de celles des *Llanos*, les gains moyens quotidiens (gmq) y sont très supérieurs (12). En effet, sur les savanes arbustives du plateau de l'Adamaoua au Cameroun (tableau I), dans des systèmes extensifs et quelque peu améliorés par des rotations, mais sans complémentation, les gmq sont de 600 à 700 g par tête par jour avec feu et de 400 à 500 g sans feu pendant les cinq à six mois de saison des pluies (Sp). En saison sèche (Ss), au contraire, les pertes de poids peuvent atteindre 200 g par tête par jour, même avec une complémentation d'environ 100 g de matières azotées totales (Mat) pour 100 kg de poids vif par jour quelle que soit la charge animale ou le système d'exploitation du pâturage.

Pour améliorer la productivité des pâturages naturels des savanes de Colombie et du Venezuela avec un minimum d'intrants et sans autre intervention sur la végétation naturelle que la modification de la gestion des feux, des rythmes de rotation et du chargement, les auteurs ont élaboré et testé, en station, en petites parcelles puis avec des animaux, différents modèles de gestion.

■ MATERIEL ET METHODES

Le site

Les expérimentations ont été réalisées de 1991 à 1997 sur le Centre de recherches de Corpoica (Corporation Colombiana de Investigación Agropecuaria)/Ciat (Centro Internacional de Agricultura Tropical) de Carimagua (latitude 4° 37' N, longitude

71° 19' O et 175 m d'altitude), soit au centre géographique des *Llanos* de Colombie dans le bassin du fleuve Orénoque.

Climat

Le climat y est tropical humide avec 2 329 mm de précipitations moyennes annuelles (moyenne sur 23 ans ; coefficient de variation : 13,5 p. 100) réparties sur huit mois de saison des pluies (de mars à mi-décembre) et une saison sèche de quatre mois qui n'est jamais « écologiquement sèche ». Les quelques pluies permettent de maintenir une végétation active pendant cette saison.

La température moyenne de 26,8 °C est remarquablement stable au cours de l'année, mais les amplitudes journalières sont variables : la moyenne des températures maximales journalières atteint 33,4 °C en février-mars (la température maximale est de 36 °C en mars) et la moyenne des températures minimales journalières est de 21,5 °C en janvier et en juillet (la température minimale est de 18 °C). L'humidité relative mensuelle varie de 64 à 73 p. 100 en Ss et de 80 à 95 p. 100 en Sp. L'évaporation en bac est en moyenne de 220 mm par mois en Ss et de 120 mm en Sp.

Sols

Les expérimentations ont été réalisées sur deux types de sols représentatifs des *Llanos* colombiens : des sols ferrallitiques argilo-limoneux (Al) (*Oxisols* dans la classification américaine) et des sols ferrallitiques sablo-argileux (Sa) dont les caractéristiques sont présentées au tableau II. Les premiers sont représentatifs des plateaux des hautes plaines planes (*Altillanura plana*) qui occupent environ 3,5 millions d'hectares dans les *Llanos* de Colombie (3) ; les seconds sont proches des sols des zones des « plaines ondulées et des collines » (*Serrania*) qui occupent 6,4 millions d'hectares dans les *Llanos* de Colombie. On remarque des différences importantes dans la texture de ces sols : un pH généralement plus bas

pour les sols Al, des différences significatives pour les teneurs en aluminium, calcium, potassium, azote total et disponible, pour le rapport carbone/azote et pour le phosphore utilisable.

Végétation

Bien que les conditions climatiques soient celles de la forêt équatoriale sempervirente ou de la savane arborée d'Afrique, les conditions édaphiques des *Llanos* font que la végétation naturelle des interfluves est une prairie ou une savane basse, pratiquement sans ligneux (18).

Tableau II

Caractéristiques des principaux sols des hautes plaines planes et collines (*Atillanura* et *Serrania*) des *Llanos*

Caractéristiques	Sols (0-20 cm)	
	Ferrallitique Al	Ferrallitique Sa
Argile (%)	36	17
Sable (%)	24	65
Matière organique (%)	3,4	0,89
pH (H ₂ O)	4,5	5,1
Aluminium (meq/100 g)	2,3	0,7
Calcium (meq/100 g)	0,09	0,13
Magnésium (meq/100 g)	0,06	0,08
Potassium (meq/100 g)	0,08	0,03
Saturation aluminium (%)	88	77
Azote total (mg/kg)	1 254	339
Azote disponible (mg/kg) (NO ₃ -N + NH ₄ -N)	2,57 + 7,36	6,23
Carbone/azote	19,8	15,5
Phosphore utilisable (mg/kg) (Bray II)	3,9	2,0

Al = argilo-limoneux ; Sa = sablo-argileux

Les ligneux sont surtout présents le long des cours d'eau (forêt-galerie). La pauvreté chimique des sols des *Llanos* et la présence d'une nappe phréatique proche du sol expliquent la physiologie de la végétation et sa faible productivité (18). La prairie est dominée essentiellement par des graminées et des cypéracées. Les dicotylédones herbacées et particulièrement les légumineuses y jouent un rôle très secondaire. Les principales espèces des deux types de sols (Al et Sa) et leurs contributions spécifiques moyennes des zones étudiées sont rapportées dans le tableau III. Les différences d'espèces et les contributions spécifiques des espèces communes sont souvent importantes.

Etude des repousses après feu en mini-parcelles

Dispositif et facteurs étudiés

Avant d'entreprendre des essais dans un dispositif avec des animaux, une première phase d'essais a consisté à mesurer sur trois années en petites parcelles de 16 m² (4 x 4 m), la productivité, la composition botanique, la dynamique de la végétation et la composition chimique des repousses après feu, sur les deux types de sols des *Llanos* (Al et Sa), dans un dispositif en blocs avec quatre répétitions.

Le dispositif combinait :

- la saison des brûlages (Ss et Sp) ;
- la durée des mises en défens après feu initial de « remise à zéro de la végétation » correspondant à des périodes respectives de 8, 12 et 16 mois de repos avant un nouveau feu et une répétition de parcelles qui ne sont pas brûlées (témoins sans feu). Ceci devait permettre de déterminer le meilleur temps de repos nécessaire pour obtenir une biomasse suffisante pour des feux efficaces ;
- la récolte respective des repousses toutes les 1, 2, 4 et 8 semaines (coupes à 5 cm du sol pour simuler des prélèvements par les animaux) pour des mesures de productivité (le poids sec des prélèvements a été déterminé après passage à l'étuve à 70 °C jusqu'à poids constant) ;
- la dynamique de la végétation étudiée par des mesures de la présence des espèces, avant chaque coupe, selon la méthode des points quadrats alignés (5, 6), sur les deux diagonales des parcelles.

Tableau III

Principales espèces des pâturages naturels et leur contribution spécifique (Cs) dans les deux principaux types de sols des *Llanos*

Sur sol argilo-limoneux		Sur sol sablo-argileux	
Espèces	Cs (%)	Espèces	Cs (%)
Graminées		Graminées	
<i>Trachypogon vestitus</i>	41	<i>Paspalum pectinatum</i>	13,8
<i>Axonopus purpusii</i>	20	<i>Schizachyrium hirtiflorum</i>	12,7
<i>Paspalum pectinatum</i>	11	<i>Axonopus purpusii</i>	10,5
<i>Andropogon leucostachyus</i>	7	<i>Trachypogon vestitus</i>	10,2
<i>Schizachyrium hirtiflorum</i>	5	<i>Mesosetum pittieri</i>	9,1
<i>Trasya petrosa</i>	5	<i>Leptocoryphium lanatum</i>	6,5
		Autres graminées	13,8
Dicotylédones diverses	2	Dicotylédones	0,1
Cypéracées	3	Cypéracées	
Légumineuses	0,5	<i>Rhynchospora podosperma</i>	13,2
		<i>Rhynchospora confinis</i>	9,2

Valeur nutritive du tapis herbacé

Les teneurs en matières azotées totales et la digestibilité *in vitro* de la matière organique (Dmo) ont été déterminées selon les méthodes utilisées dans les laboratoires du Ciat (17, 19).

Essais sur grandes parcelles avec animaux

Au cours d'une deuxième phase, des essais de pâturage ont été réalisés selon deux systèmes (tableau IV ; figures 1 et 2).

Dispositif 1

Ce dispositif (ou système 1) a été appliqué à un bloc clôturé de 24 ha de 1991 à 1993, réduit à 16 ha par la suite, divisé en quatre parcelles équivalentes. Les parcelles, non clôturées, ont été brûlées successivement avec un intervalle de quatre mois entre deux parcelles. Il a été ainsi mis à la disposition des animaux de nouvelles repousses de 0 à 4 mois sur un quart du dispositif. Les animaux avaient donc le choix de repousses de différents âges variant de 0 à 16 mois (figure 1). Ce dispositif a été mis en place sur sol Sa et sur sol Al et les mesures ont été faites de décembre 1991 à février 1997.

Dispositif 2

Ce dispositif (ou système 2) était composé de deux blocs clôturés contigus. Chaque bloc de 25 ha était divisé en 10 parcelles de même dimension non clôturées, mais entourées chacune par un pare-feu de deux mètres de largeur. Chaque parcelle a été brûlée tous les 16 mois et le repos avant exploitation de la parcelle récemment brûlée a été d'un mois car l'objectif a été de renouveler, chaque mois, l'offre de jeune fourrage. Les parcelles d'un même bloc n'ayant pas été clôturées, les animaux ont disposé en fait de fourrage d'âge variable compris entre 0-15 mois et 1-16 mois (figure 2).

L'itinéraire technique de ce système 2 a consisté à effectuer mensuellement le brûlis d'une parcelle de 2,5 ha en Sp (mai-décembre), le bloc contenant la parcelle qui venait d'être brûlée a

été laissé en défens (hors pâture) pendant un mois. Les animaux, pendant ce temps-là, ont pâturé le bloc qui avait des repousses de 1, 3, 5, 7... 15 mois. Chaque mois, les animaux ont été déplacés d'un bloc à l'autre. En Ss, comme la croissance du tapis herbacé a été ralentie, deux parcelles du même bloc ont été brûlées simultanément tous les mois, d'où les dix parcelles dans chaque bloc. Ainsi une partie du dispositif (1/20 en Sp et 2/20 en Ss) a été brûlée mensuellement et successivement. Les animaux ont pâturé alternativement sur deux blocs après un mois de mise en repos du bloc. Chaque parcelle a donc bien été brûlée tous les 16 mois. Ce système a été réalisé sur sol Al seul et sur une période allant de 1994 à 1996.

Animaux et charges

Les essais ont été réalisés avec des bovins mâles en croissance de race métis (Criollo x zébu Brahman) dont le poids moyen a été de 186 kg en début d'essai. Il y a eu quatre animaux dans le système 1 et dix dans le système 2. Ils ont reçu une complémentation minérale à volonté et ont eu un accès permanent à des abreuvoirs. Les animaux ont été pesés mensuellement pour calculer leurs gains de poids : gains moyens quotidiens, gains mensuels, saisonniers, annuels et sur la totalité de l'essai.

Les charges animales ont été déterminées suite aux mesures de productivité de la végétation en petites parcelles. De 1991 à 1993 pour le système 1 sur sol Sa, une charge considérée comme modérée (6 ha/animal) a été appliquée la première année, puis, compte tenu de l'importance des refus, une charge considérée comme forte (4 ha/animal) a été adoptée à partir de la seconde année en diminuant la surface exploitée. Elle a été comparée à un même dispositif sur sol Al chargé également à 4 ha par animal considéré ici comme une charge modérée.

Dans un nouvel essai mis en place dès 1994, dans le système 1, sur sol Al, trois charges (forte, moyenne et faible, soit respectivement 2, 4 et 6 ha par animal) ont été comparées. Le système 1 a été comparé au système 2 sur sol Al chargé à 4 ha par animal.

Tableau IV

Protocole et facteurs étudiés

Facteurs	Système 1	Système 2
	Traditionnel amélioré en 4 quartiers et feux séquentiels tous les 4 mois	Amélioré avec rotation sur 2 blocs et feux séquentiels tous les mois
Type de sol	Argilo-limoneux (Al) Sablo-argileux (Sa)	Argilo-limoneux
Nb. de blocs	1	2
Nb. de parcelles/bloc	4	10
Fréquence des brûlis de chaque parcelle	Tous les 16 mois	Tous les 16 mois
Nb. de parcelles brûlées et mises à disposition des animaux et fréquence	Une tous les 4 mois	Une tous les mois en saison des pluies Deux tous les mois en saison sèche
Repos après brûlage avant exploitation	Pâturage juste après brûlis	1 mois
Rotation : type/fréquence	Non	Alternée sur 2 blocs
Chargement		
1991	Sa : 6 ha/tête (charge modérée) Al : 4 ha/tête/an (charge modérée)	Pas de comparaison
1992-1993	Sa : 4 ha/tête/an (charge forte) Al : 4 ha/tête/an (charge modérée)	Pas de comparaison
1994-96	Al : 2 ha/tête/an (charge forte) 4 ha/tête/an (modérée) 6 ha/tête/an (faible)	Al : 4 ha/tête/an (modérée)

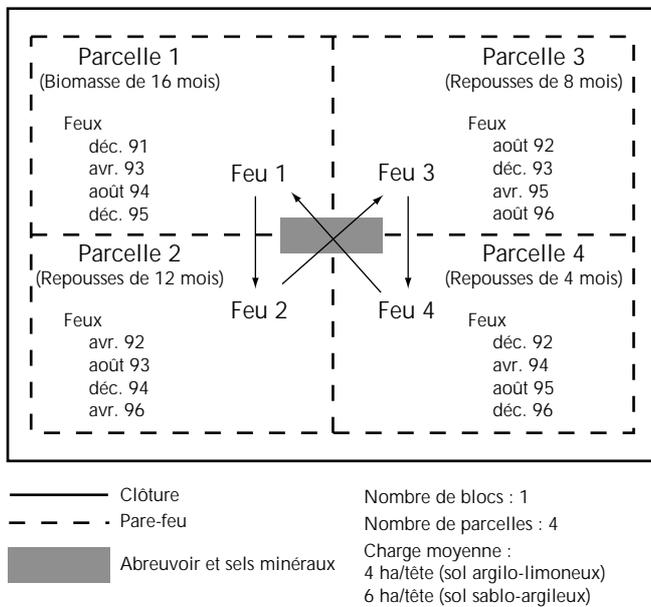


Figure 1 : dispositif 1. Gestion traditionnelle améliorée (en quartiers) des pâturages avec mise en repos de 16 mois de la végétation et rotation des feux tous les quatre mois.

Mesures et observations sur les pâturages

Les mesures et les observations ont concerné la productivité et la composition des pâturages, le comportement alimentaire et les gains de poids des animaux.

La production végétale aérienne après feu sans pâture a été mesurée dans des mises en défens (cinq cages de 1,5 x 1,5 x 1,5 m). Des coupes ont été effectuées tous les mois à 5 cm du sol dans cinq placettes de 1 m² chacune, suivies de la pesée de la biomasse verte, puis du séchage à l'étuve à 70 °C jusqu'à poids constant pour déterminer la matière sèche (Ms). Avant séchage, les espèces les plus importantes de la végétation récoltée ont été triées et identifiées afin d'obtenir la production par espèce.

La composition botanique des régimes alimentaires et le comportement des animaux au pâturage ont été observés avec les méthodes suivantes :

- par comptage, selon la méthode des points quadrats alignés de Daget et Poissonet (6), le long de transects (cinq transects de 20 m), avant l'entrée des animaux dans la parcelle et juste après leur sortie (ces mesures permettent de prendre en compte non seulement les espèces pâturées mais aussi les espèces arrachées) ;
- par l'observation visuelle directe du tapis herbacé à proximité des animaux (relevé des espèces fraîchement consommées).

Le comportement des animaux au pâturage a été observé visuellement durant plusieurs mois (1, 4). Leur position dans le bloc exploité a été notée tous les quarts d'heure, par le relevé du numéro de la parcelle pâturée et par leurs prises d'aliments. Ces observations ont été réalisées uniquement de jour pour des raisons de sécurité et à un rythme de trois jours par semaine pendant six mois (de mai à novembre).

La valeur pastorale a été établie par la combinaison des facteurs productivité, valeur nutritive et appétence de chaque espèce et par l'établissement, pour chaque espèce, d'un indice individuel de valeur pastorale (Ivp). Combiné à la contribution de chaque espèce au pâturage, il permet de calculer, pour chaque type de pâturage, un indice dénommé « valeur pastorale » (Vp) (13).

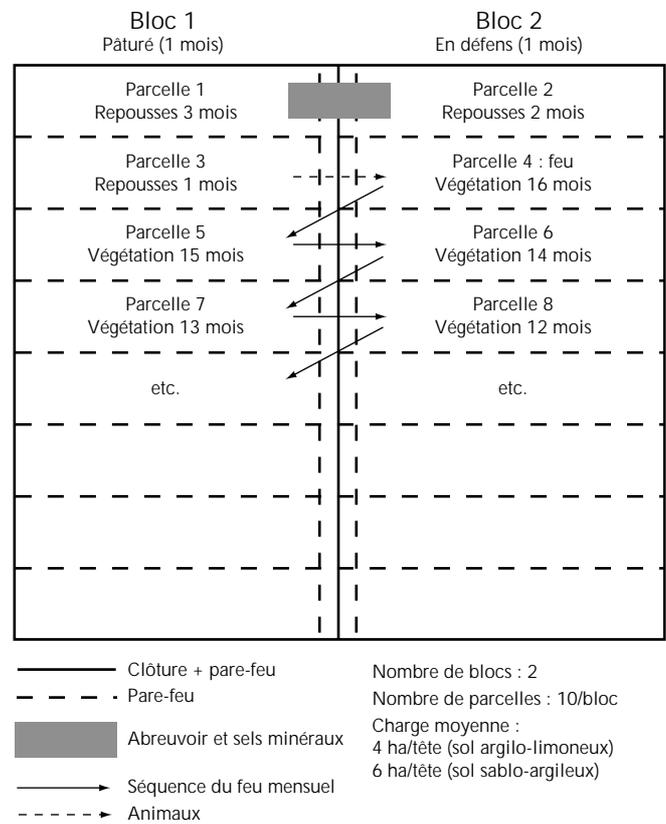


Figure 2 : dispositif 2. Gestion améliorée des pâturages avec mise en repos de 16 mois de la végétation et rotation des feux tous les mois.

RESULTATS ET DISCUSSION

Productivité, valeur alimentaire et valeur pastorale des formations naturelles

Productivité et valeur nutritive

Les mesures de productivité (tableau V) sur petites parcelles ont montré qu'en saison des pluies la productivité journalière des jeunes repousses de la première semaine sur sols Al et des deux premières semaines sur sols Sa (5 kg de Ms/ha/j environ) a été inférieure de moitié à celle des repousses de quatre semaines et plus (10 kg de Ms environ). Pour ces dernières, il n'y a pas eu de différence entre les types de sols malgré la plus faible fertilité théorique des sols Sa. Au contraire, en saison sèche, la productivité journalière sur sol Sa a été en moyenne supérieure à celle des sols Al (respectivement 7,6 et 4,8 kg Ms/ha/j). Elle a été deux fois supérieure pour des repousses d'une et de deux semaines (respectivement 8,6-9,0 et 4,0-5,9 kg Ms/ha/j sur sol Al). Elle a été maximale dès les premières semaines dans les deux situations et a diminué en fin de cycle sur les sols Sa.

Ainsi, en Ss, la réserve d'eau utilisable (différence entre capacité au champ et le point de flétrissement) a semblé plus importante dans les sols Sa que dans les sols Al et le manque d'eau et de nutriments n'a paru intervenir qu'en fin de cycle sur la vitesse de croissance pour les sols Sa.

Concernant la valeur nutritive du tapis herbacé dans son intégralité, sans tenir compte de l'appétence des espèces, pour les deux types de pâturages en Sp, une teneur considérée moyenne en Mat (supérieure à 7 p. 100 de la Ms) a été observée durant les deux et les quatre premières semaines de repousse respectivement sur sols

Sa et Al, suivie d'une rapide diminution. En Ss, les teneurs en Mat des repousses ont été moins élevées qu'en Sp sur sol Al, alors qu'elles ont été de valeur égale à celle de la Sp sur sol Sa.

Les Dmo ont diminué rapidement en Sp sur les deux types de sols après deux à quatre semaines de végétation alors qu'elles sont restées constantes en Ss, tout au moins jusqu'à huit semaines. Les Dmo ont été significativement supérieures en Ss par rapport à la Sp, surtout sur sol Al et pour les repousses les plus âgées des sols Sa.

Valeur pastorale

L'observation des animaux au pâturage et des espèces appréciées a permis de déterminer l'appétence des principales espèces. Celle-ci, combinée à la productivité et à la valeur nutritive des repousses de

4, 8 et 16 semaines pour chaque espèce (tableau VI) a permis de déterminer leur indice spécifique de valeur pastorale qui, multiplié par la contribution spécifique (Cs) de chacune de ces espèces au pâturage, permet d'en connaître la valeur pastorale.

C'est ainsi qu'en prenant les Cs observées pour les pâturages sur sols Al et Sa (tableau III) la Vp de ces deux formations a pu être calculée. Pour des repousses de 4, 8 et 16 semaines, elle a été respectivement de 58,9, 63,5, et 44,7 p. 100 pour les pâturages sur sol Al, et de 43,5, 48,4 et 38,2 p. 100 sur sol Sa.

On constate donc que les pâturages sur sols Al ont eu une meilleure valeur pastorale que ceux sur sols Sa, quel qu'ait été l'âge des repousses. L'importance des différences de composition

Tableau V

Productivité et valeur nutritive des repousses après feu des prairies naturelles des zones planes sur sol argilo-limoneux (*Atillanura plana*) et des collines (*Serrania*) sur sol sablo-argileux des Llanos de Colombie

Age des repousses (semaines)	Sol argilo-limoneux (Al)						Sol sablo-argileux (Sa)					
	Productivité (kg Ms/ha/jour)		Valeur nutritive (% de Ms)				Productivité (kg Ms/ha/jour)		Valeur nutritive (% de Ms)			
	Sp	Ss	Mat		Dmo		Sp	Ss	Mat		Dmo	
			Sp	Ss	Sp	Ss			Sp	Ss	Sp	Ss
1	5,9 ^{b*}	4,0 ^a	10,4 ^a		44,6 ^a	–	4,9 ^b	8,6 ^a	8,9 ^a	–	44,5 ^a	–
2	10,4 ^a	5,9 ^a	8,6 ^b	6,6 ^a	43,6 ^a	48,1 ^a	5,2 ^b	9,3 ^a	7,7 ^b	8,8 ^a	43,6 ^a	44,1 ^a
4	10,6 ^a	4,4 ^a	8,4 ^b	6,2 ^a	40,3 ^b	48,8 ^a	10,3 ^a	8,4 ^a	6,2 ^c	6,0 ^b	38,0 ^b	45,1 ^a
8	8,9 ^{ab}	5,0 ^a	5,7 ^c	5,9 ^a	33,7 ^c	45,5 ^b	11,2 ^a	4,2 ^b	4,7 ^d	5,6 ^d	31,2 ^c	44,9 ^a
Moyenne	8,9	4,8	8,2	6,2 [?]	40,6	47,5	7,9	7,6	6,9	6,8	39,3	44,7

* Les chiffres suivis de la même lettre (dans les colonnes) ne sont pas significativement différents (P < 0,05)

Ms = matière sèche ; Sp = saison des pluies ; Ss = saison sèche ; Mat = matières azotées totales ; Dmo = digestibilité *in vitro* de la matière organique

Tableau VI

Indices de la valeur pastorale des principales espèces des prairies naturelles des Llanos de Colombie

Espèces	Age des repousses											
	4 semaines				8 semaines				16 semaines			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>Andropogon bicornis</i>	0	1	1	0,7	2	1	1	1,3	1	1	1	1,0
<i>Leptocoryphium lanatum</i>	1	1	2	1,3	1	1	2	1,3	1	2	2	1,7
<i>Schizachyrium hirtiflorum</i>	0	1	3	1,3	2	2	3	2,3	2	3	1	2,0
<i>Andropogon leucostachyus</i>	3	1	2	2,3	3	1	2	2,0	2	1	1	1,3
<i>Paspalum pectinatum</i>	2	3	3	2,3	2	3	1	2,0	1	3	1	1,7
<i>Axonopus purpusii</i>	2	3	3	2,7	3	3	3	3,0	2	2	2	2,0
<i>Trachypogon vestitus</i>	3	2	3	2,7	3	3	3	3,0	1	2	1	1,3
<i>Otachyrium versicolor</i>	1	1	2	1,3	4	2	2	2,7	3	1	2	2,0
Autres graminées	1	1	3	1,7	2	1	2	1,7	1	2	1	1,3
Légumineuses diverses	2	1	3	2,0	3	2	3	2,7	3	1	3	2,3
Cypéracées diverses	0,5	1	1	0,8	1	1	1	1,0	1	1	1	1,0
Dicotylédones divers	0,5	1	1	0,8	0,5	1	0	0,5	0,5	1	0	0,5

(1) Appétence : 0 = non appété ; 1 = peu appété ; 2 = moyennement appété ; 3 = appété ; 4 = très appété

(2) Productivité : 0 = sans production ; 1 = non productive ; 2 = peu productive ; 3 = productive ; 4 = très productive

(3) Valeur alimentaire : 0 = nulle ; 1 = médiocre ; 2 = moyenne ; 3 = bonne ; 4 = très bonne

(4) Indice de valeur pastorale = moyenne arithmétique de (1), (2) et (3)

botanique des pâturages et des contributions spécifiques des espèces a ainsi été établie.

Performances des bovins sur les prairies naturelles gérées par les feux

Ces essais préliminaires de productivité et de valeur du pâturage ont fait ressortir qu'il était nécessaire d'exploiter le pâturage après au moins deux à quatre semaines de repos après feu, que la charge de 8 à 10 ha par animal traditionnellement appliquée par les éleveurs pouvait être augmentée à 4 ou 6 ha par animal et qu'il était nécessaire de moduler la charge en fonction du type de sol et donc de la formation végétale. Ces observations ont été testées ou confirmées avec des animaux dans différents systèmes.

Exploitation des pâturages naturels de différents types de sols selon le système 1

Les gains de poids mensuels cumulés durant deux années pour le système de gestion « traditionnelle améliorée », en quatre quartiers et feux séquentiels tous les quatre mois (système 1) sur les deux types de prairies naturelles (sols Al et Sa) sont représentés à la figure 3. D'août 1991 à juin 1992 (figure 3, tableau VII), les animaux ont eu des gains de poids égaux bien que cette évolution ait été plus irrégulière sur la prairie des sols Sa que sur celle des sols Al. Même si, en début d'essai, soit d'août à décembre 1991 (tableau VII), les gmq ont été un peu plus importants sur sol Al que sur sol Sa (respectivement + 228 et + 207 g ; différence non significativement différente), ensuite de décembre à juin, les pertes de poids ont été plus importantes sur sol Al, tous les animaux ayant atteint le même poids en juin 1992.

A partir de juin-juillet 1992, les gains de poids ont divergé rapidement pour atteindre, en septembre 1993, un écart de plus de 90 kg en faveur des animaux sur sol Al.

Cette évolution divergente des courbes de gains de poids des animaux a coïncidé avec une modification du chargement. En effet, durant la première période (d'août 1991 à juin 1992), la charge a été de 4 ha par animal sur sol Al et de 6 ha par animal sur sol Sa, alors qu'à partir de juin les chargements ont été identiques pour les deux sites, soit 4 ha par animal, correspondant à une charge modérée sur sol Al et à une charge forte sur sol Sa.

Par ailleurs, durant les Ss des deux années de mesure, sur les deux sites Al et Sa, les animaux ont perdu du poids la première année (gmq respectivement de - 57 et - 10 g) et n'ont eu que de faibles gains de poids journaliers la seconde année (respectivement + 35 et + 21 g), ceci malgré la présence de jeunes repousses après les feux de décembre de 1991 et 1992. Si les valeurs fourragères de ces repousses ont été excellentes après les feux, en revanche les quantités disponibles ont probablement été insuffisantes.

La différence de gmq des animaux entre les deux sites (différence significative pour toutes les saisons dès décembre 1991) peut s'expliquer, en partie, par la différence de la valeur azotée du pâturage (tableau V), mais il semble surtout que la différence de composition botanique, elle-même due aux différences de conditions édaphiques, ait eu une plus grande importance.

En effet, sur sol Sa, le tapis herbacé était composé d'une proportion importante de cypéracées (plus de 22 p. 100) (tableau III), très peu appréciées et de très faible valeur (Ivp = 0,5) et de graminées peu appréciées comme *Schizachyrium hirtiflorum* (Ivp = 1,3), alors que sur sol Al, *Trachypogon vestitus* et *Axonopus purpusii*, qui ont produit plus de 60 p. 100 de la biomasse, ont été très appréciées et ont eu l'Ivp le plus élevé des espèces présentes (2,7).

En conséquence, la valeur pastorale moyenne de 55,7 p. 100 (moyenne des repousses de 4, 8 et 16 semaines) pour les pâturages des sols Al et seulement de 43,4 p. 100 pour ceux des sols Sa peut mieux expliquer ces différences de gains de poids des animaux que la différence de productivité et/ou la valeur alimentaire de ces

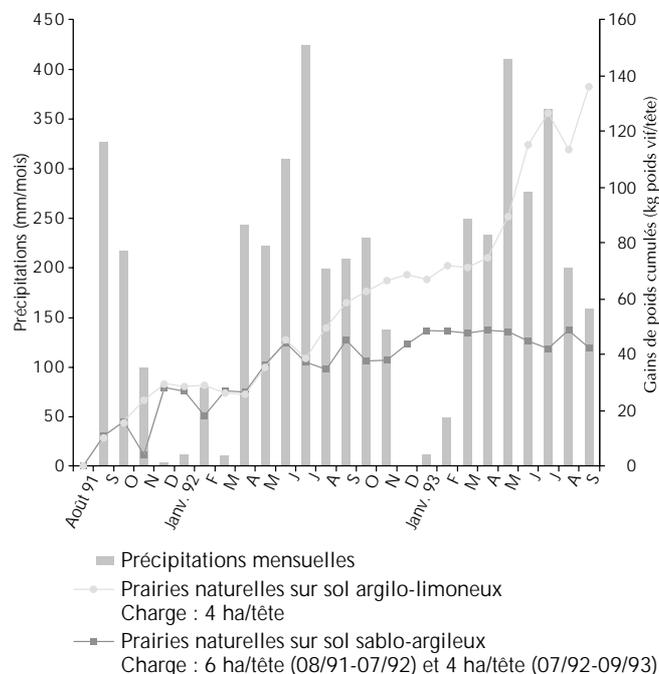


Figure 3 : comparaison de l'évolution des gains de poids de bovins sur deux types de prairies naturelles des Llanos de Colombie exploités selon un système de gestion par les feux séquentiels en rotation tous les quatre mois.

Tableau VII

Gains de poids quotidiens (en g) de jeunes bovins sur deux types de pâturages des Llanos de Colombie dans un système de gestion traditionnelle améliorée par les feux (système 1)

Type de sol	Nb. d'animaux	Fin Sp 1991 (août-déc.)	Ss 1991-92 (déc-avr.)	Sp 1992 (avr.-déc.)	Ss 1992-93 (déc.-mars)	Début Sp 1993 (mars-sept.)	Sp + Ss 1992-93	Total essai (25 mois)
Al	10	+ 228 ^{a*}	- 57 ^a	+ 167 ^a	+ 35 ^a	+ 367 ^a	+ 154 ^a	+ 208 ^a
Sa	10	+ 207 ^a	- 10 ^b	+ 61 ^b	+ 21 ^b	- 47 ^b	+ 57 ^b	+ 65 ^b

* Les chiffres suivis de la même lettre (dans les colonnes) ne sont pas significativement différents (P < 0,05)

Sp = saison des pluies ; Ss = saison sèche

Al = argilo-limoneux ; Sa = sablo-argileux

pâturages, car elle prend aussi en compte la composition botanique, leur contribution spécifique et l'appétence de ces espèces.

Fréquence des feux, temps de repos après feux, rotations et charges : comparaison des systèmes 1 et 2 sur sol argilo-limoneux

Dans une deuxième série d'essais avec des animaux, la productivité du système 1 a été comparée à celle du système 2 (figure 4 ; tableau VIII).

Trois chargements (fort, modéré, faible), soit respectivement 2, 4 et 6 ha par animal ont été comparés pour le système 1, tandis que la charge du système 2 a été de 4 ha par animal.

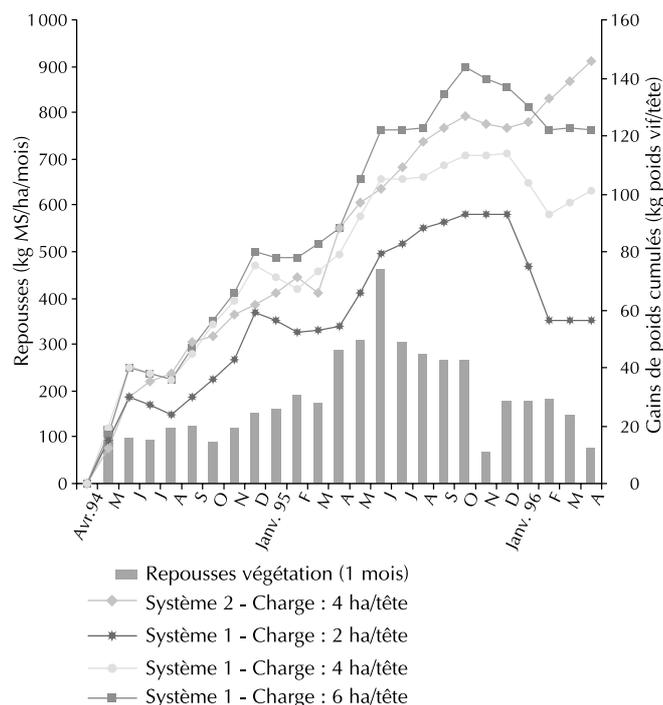


Figure 4 : comparaison de deux systèmes de gestion améliorée par les feux de prairies naturelles des Llanos sur sols argilo-limoneux selon les deux systèmes de feux. Gains de poids cumulés de jeunes bovins et repousses de quatre semaines.

Les courbes de la figure 4 montrent qu'il y a eu en général une bonne relation entre la production de repousses de quatre semaines et les gains de poids des animaux au cours des deux années d'observation.

Ainsi, durant la première Sp (d'avril à décembre 1994), en juin, juillet et août, la productivité du tapis herbacé a été relativement faible ; durant ces trois mois, une diminution de poids des animaux a été observée. La faible production du tapis herbacé semble liée aux très importantes précipitations durant cette période (très supérieures à la normale) qui a provoqué des inondations dans les prairies.

En Ss (de décembre 1994 à avril 1995), un ralentissement du gain de poids, voire des pertes de poids, ont été observés chez les animaux. Durant cette saison, il n'y a eu que quelques pluies mais les plantes ont pu profiter des réserves d'eau accumulées dans le sol durant la saison des pluies très pluvieuse. Durant cette saison, la bonne repousse du pâturage n'a pas profité aux animaux.

D'autres facteurs sont intervenus, comme l'insuffisance de Ms ingérée, la chaleur, etc. Une bonne corrélation entre gains de poids et productivité du pâturage a cependant existé durant la période de début des pluies (d'avril à juin 1995) : la croissance rapide de l'herbe a permis des gains de poids élevés. Elle correspond aussi à la période bien connue de compensation de poids après la Ss.

Le tableau VIII permet de faire la comparaison et l'analyse détaillée (voir ci-après) des gains de poids des animaux durant les différentes saisons des deux années de l'expérimentation.

Au cours de la première Sp (d'avril à décembre 1994), avec une charge faible (6 ha par tête) ou moyenne (4 ha par tête), les gmq ont été significativement supérieurs dans le système 1. Dans le système 2 avec une charge forte, les gmq ont été comparables aux fortes charges (2 ha/tête/j) du système 1.

Au cours de la Ss suivante (de décembre 1994 à mars 1995), les gmq ont été négatifs pour le système 1 avec une forte charge (- 111 g/tête/j), alors qu'ils sont restés légèrement positifs pour les autres charges dans ce système et ont été relativement élevés (+ 289 g) dans le système 2, malgré un léger décrochement de la courbe en février.

Au terme de cette première année, dans le système 1 (rotation des feux sur quatre parcelles) avec des charges fortes (2 ha/tête), les

Tableau VIII

Comparaison des gains moyens quotidiens de bovins, durant les différentes périodes de l'année, dans différents modèles de gestion des pâturages naturels des Llanos de Colombie sur sols argilo-limoneux (en g)

	Sp (avr.-déc. 94)	Ss (déc. 94-avr. 95)	Sp + Ss (94-95)	Sp (avr.-déc. 95)	Ss (déc. 95-avr. 96)	Sp + Ss (95-96)	Total essai
Système 1 (feu/4 mois)							
Charge							
2 ha/tête	+ 234 ^{b*}	- 111 ^d	+ 147 ^c	+ 164 ^b	- 289 ^d	+ 5 ^d	+ 76 ^d
4 ha/tête	+ 298 ^a	+ 34 ^c	+ 215 ^b	+ 147 ^b	- 102 ^b	+ 60 ^c	+ 138 ^c
6 ha/tête	+ 317 ^a	+ 69 ^b	+ 210 ^b	+ 210 ^a	- 133 ^c	+ 90 ^b	+ 165 ^b
Système 2 (feu mensuel + rotation)							
Charge : 4 ha/tête	+ 224 ^b	+ 289 ^a	+ 278 ^a	+ 135 ^c	+ 211 ^a	+ 158 ^a	+ 199 ^a

* Les chiffres suivis de la même lettre (dans les colonnes) ne sont pas significativement différents (P < 0,05)

Sp = saison des pluies ; Ss = saison sèche

gmq ont été très inférieurs à tous les autres modèles. Dans le système 1, une charge supérieure à 4 ha par animal n'est donc pas envisageable en Ss sans complémentation.

Au cours de la seconde année (1995-96), les gmq ont été, dans les mêmes systèmes et en toute saison, inférieurs à ceux de l'année précédente. En Sp, le système le moins performant a été le système 2 (gmq = + 135 g/tête/j), alors que dans le système 1, les gmq ont été significativement supérieurs (respectivement + 164, + 147 et + 210 g pour les chargements de 2, 4 et 6 ha/tête).

Le système 1, avec faible charge, s'est donc montré le plus performant en Sp, malgré une perte de poids des animaux constatée à partir de septembre 1995.

Au cours de la Ss de cette seconde année (de décembre 1995 à avril 1996), les gmq ont été négatifs dans le système 1, quelle qu'ait été la charge : - 289 g (!) pour les charges fortes, - 102 g pour les charges moyennes et - 133 g pour les charges faibles. Dans le système 2, au contraire, avec mise à disposition de jeunes repousses d'un mois, des gmq positifs de 211 g ont été observés.

Pour l'ensemble de la seconde année, le système 2, avec une charge moyenne, s'est montré à nouveau significativement supérieur au système 1, quelle qu'ait été la charge de ce dernier.

Finalement, pour l'ensemble des deux années, dans le système 2, les gmq ont été significativement supérieurs à ceux observés pour toutes les variantes de charge appliquées dans le système 1 et les gains de poids des animaux dans ce dernier ont pu être considérés comme inversement proportionnels à la charge appliquée au pâturage.

Pour les deux années, dans le système 2, des gains de poids importants en Ss ont été observés, alors qu'en Sp ceux-ci ont curieusement été inférieurs à toutes les variantes du système 1.

Le comportement des animaux observé au pâturage pendant plusieurs mois par les auteurs (1, 4) et dont quelques résultats ont été résumés dans le tableau IX ont permis de formuler une explication.

Dans le système 2, en Sp, les animaux ont exploité, au cours des dix premiers jours de la rotation, pendant la majeure partie de la journée, les deux parcelles du même bloc où se trouvaient les plus jeunes repousses (29 p. 100 de la journée la parcelle la plus récemment brûlée, soit de 30 à 40 jours, et 55 p. 100 de la journée l'avant-dernière parcelle brûlée dans le bloc, dont les repousses avaient donc 90 à 100 jours), jusqu'à l'épuisement total de ces repousses et sans utiliser les repousses des autres parcelles du même bloc. Durant une seconde période, d'environ dix jours, les animaux ont exploité surtout les autres parcelles du bloc en se confinant, pendant 37 p. 100 de la journée sur les repousses de 20 et 28 semaines et pendant 26 p. 100 de la journée sur les repousses de 36 semaines et plus. Durant les dix derniers jours du passage sur un même bloc, les animaux ont exploité sans distinction d'âge toutes les parcelles.

Dans le système 1 (figure 1), les animaux ont exploité rapidement, pendant un peu plus d'un mois, la parcelle la plus récemment brûlée (dès le stade d'âge 0), puis ils se sont dispersés sur toute la superficie du parcours, exploitant aussi bien les repousses vertes les plus anciennes que les plus jeunes.

En conséquence, en Sp dans le système 1, les animaux ont consommé plus de matière sèche que dans le système 2. En effet, dans ce dernier, les animaux n'ont eu à leur disposition en permanence que 50 p. 100 de la superficie totale, alors que dans le système 1, les animaux ont eu 100 p. 100 du pâturage à leur disposition.

En Ss, dans le système 1, les animaux se sont donc eux-mêmes confinés sur la parcelle brûlée en décembre (= sur seulement 25 p. 100 du parcours), surpâturant les espèces appréciées et ralentissant ainsi leur croissance par une limitation importante de leur indice de surface foliaire. Dans le système 2, les animaux ont parcouru les parcelles les plus récemment brûlées (surtout de 4 et 12 semaines de repousses) et ont eu à leur disposition durant ces quatre à cinq mois près de 50 p. 100 de la superficie totale (8 à 10 parcelles) puisqu'en saison sèche deux parcelles du même bloc ont été brûlées simultanément chaque mois.

Le comportement des animaux au pâturage et les superficies disponibles ont permis d'expliquer les gains de poids de ces deux systèmes : en saison des pluies, dans le système 1, les animaux n'ont pas été limités par la surface à exploiter, alors qu'en Ss, les animaux de ce système 1 se sont limités à la surface récemment brûlée (25 p. 100 de la surface vite épuisée) ; dans le système 2, les animaux ont eu à leur disposition 50 p. 100 de la superficie totale (avec des jeunes repousses de bonne qualité d'un mois, renouvelables tous les mois).

■ CONCLUSION

Les différences de productivité des animaux exploitant les pâturages naturels de différents types de sols sont venues surtout des différences de la valeur pastorale et, dans une moindre mesure, des différences de la valeur alimentaire de la biomasse moyenne. Il est nécessaire, pour bien mesurer la valeur d'un pâturage naturel, de connaître non seulement sa productivité et sa valeur alimentaire globale, mais également la composition botanique du pâturage, la productivité de chaque espèce, leur valeur alimentaire et leur appétence qui permet alors de connaître la Vp du pâturage.

La comparaison de différents systèmes de gestion des pâturages naturels, qui utilisent le feu comme outil de gestion, a montré qu'en Ss, les brûlis en rotation tous les mois d'une petite partie du parcours (soit une mise à disposition des animaux chaque mois d'environ 10 p. 100 de la superficie totale du pâturage ayant des repousses d'un à deux mois d'âge) permet des gains de poids, alors

Tableau IX

Comportement sur le système 2 : pourcentage de consommation des repousses de différents âges

Age des repousses (semaines)	Saison sèche (%)	Saison des pluies		
		Début du mois de rotation (%)	Milieu du mois de rotation (%)	Fin du mois de rotation (%)
4-8	55	29	19	30
12-16	32	55	18	12
20-32	7	11	37	29
≥ 36	6	5	26	29

qu'un unique feu en début de Ss sur seulement un quart du parcours ne le permet pas.

Le brûlage de la saison des pluies, chaque mois, d'une petite partie du parcours (5 p. 100) n'est pas souhaitable car les animaux se confinent sur les parcelles les plus récemment brûlées et n'utilisent pas les repousses vertes des parcelles un peu plus anciennes. Un brûlage de nettoyage et de régénération tous les quatre mois durant la saison des pluies, sur 25 p. 100 de la surface totale, paraît suffisant pour éliminer éventuellement les refus.

La rotation, entre deux blocs, qui permet d'exploiter des repousses de quatre semaines de bonne qualité, est hautement souhaitable car elle empêche la dégradation du pâturage. En effet, sur une parcelle non mise en défens un certain temps après feu, les animaux exploitent les espèces les plus appréciées, en continu, à ras du sol, jusqu'à l'arrachement des touffes. Les espèces appréciées qui persistent n'ont plus, d'autre part, la possibilité de produire des repousses et des réserves souterraines étant donné la forte diminution de leur indice de surface foliaire ; elles s'épuisent et disparaissent rapidement pour laisser la place à du sol nu ou à des espèces annuelles ou vivaces moins appréciées ou de production inférieure (16).

Dans un ranch, il n'est pas nécessaire de dresser une clôture entre les deux blocs si ceux-ci sont suffisamment éloignés l'un de l'autre. En

revanche, dans les *Llanos*, des pare-feu ou des coupe-feu d'au moins 2 m de large (pas plus, car la végétation ne dépasse que rarement 40 cm de hauteur moyenne et la biomasse 3 t M/ha) sont indispensables pour contrôler les brûlis dans les parcelles, surtout en Ss.

Cependant, ces améliorations de gains pondéraux sur pâturages naturels en saison sèche et même en saison des pluies ont aussi leur limite. Dans les hautes plaines planes des *Llanos*, là où des cultures fourragères sont possibles, ou dans les zones à relief plus marqué où des bas-fonds peuvent être aménagés et cultivés (*serranilla*), ces modèles de gestion doivent être intégrés, lorsque le contexte socio-économique le permet, à des systèmes d'élevage associant pâturages naturels, cultures fourragères (si possible association graminées-légumineuses) pour des réserves sur pied de saison sèche (banques de fourrage). Ceci permet, surtout en Ss, des gmq de plus de 330 g, comme cela a été obtenu régulièrement en station (10, 15), ou des fourrages conservés (foins) et des compléments avec des sous-produits agricoles ou agro-industriels, hélas encore assez rares dans cette région.

Remerciements

Nous remercions vivement H. Guerin du Cirad-emvt pour sa collaboration, la lecture du texte et ses nombreuses suggestions.

BIBLIOGRAPHIE

- ALLARD G., 1995. Etude du comportement alimentaire des bovins et capacité d'exploitation de la savane colombienne. Rapport de stage de Dess, Université Paris XII Val de Marne, France, 85 p.
- CESAR J., 1992. La production biologique des savanes de Côte d'Ivoire et son utilisation par l'homme : biomasse, valeur pastorale et production fourragère. Maisons-Alfort, France, Cirad-lemvt, 671 p.
- COCHRANE T.T., SANCHEZ L.G., PORRAS J.A., DE AZEVEZO L.G., GARVER C.L., 1985. La tierra americana tropical. Cali, Colombia, CIAT/Brazilia, Brazil, EMBRAPA, 444 p.
- CORBIN J., 1996. Etude d'un système d'exploitation de la savane des *Llanos* orientales de Colombie par rotation des brûlis. Mémoire de fin d'études, Istom, Cergy-Pontoise, France, 55 p. + annexes
- DAGET P., GODRON M. (Coord.), 1995. Pastoralisme. Troupeaux, espaces et sociétés. Paris, France, AupeL-Uref, 510 p.
- DAGET P., POISSONET J., 1971. Méthode d'analyse de la végétation des pâturages. Critère d'application. *Ann. Agron.*, **22** : 5-41.
- FISHER M.J., LASCANO C.E., VERA R.R., RIPPSTEIN G., 1992. Integrating the native savanna resource with improved pastures, pastures for the tropical lowlands: CIAT's Contribution. Cali, Colombia, CIAT, 228 p. (Publication No. 211)
- HUMPHREYS L.R., 1991. Tropical pasture utilisation. Cambridge, UK, Cambridge University Press, 206 p.
- IEMVT-CIRAD/MINISTÈRE DE LA COOPERATION ET DU DEVELOPPEMENT, 1990. Les feux de brousse. Maisons-Alfort, France, lemvt, 12 p. (Fiches techniques d'élevage tropical n° 3)
- LASCANO C., 1991. Managing the grazing resource for animal production in savannas of the tropical America. *Trop. Grassl.*, **25**: 66-72.
- PALADINES O., LEAL J., 1979. Pasture management and productivity in the *Llanos* Orientales of Colombia. In: Sanchez P.A., Tergas L.E. Eds, Pasture production in acid soils of the tropics. Cali, Colombia, CIAT, p. 311-325.
- RIPPSTEIN G., 1985. Etude sur la végétation de l'Adamaoua. Evolution, conservation, régénération et amélioration d'un écosystème pâturé au Cameroun. Maisons-Alfort, France, lemvt, 367 p. (Etudes et synthèses n° 14)
- RIPPSTEIN G., 1989. Une méthode d'étude et de classification des pâturages tropicaux. In : XVI^e Congrès international des herbages, Nice, France, octobre 1989, p. 1435-1436.
- RIPPSTEIN G., 1991. Annual report: Tropical pasture program 1987-1991. Cali, Colombia, CIAT, 58 p.
- RIPPSTEIN G., LASCANO C., DECAENS T., 1996. La production fourragère dans les savanes d'Amérique du Sud intertropicale. *Fourrages*, **145** : 33-52.
- RIPPSTEIN G., SERNA R.A., ESCOBAR G., 1996. Dinámica de la vegetación de la sabana nativa sometida a quema, pastoreo y diferentes formas de manejo en los *Llanos* orientales de Colombia. Taller regional. agrociencia y tecnología. Siglo XXI, Orinoquia Colombiana. Meta, Colombia, noviembre 13-15 de 1996, 12 p. + fig.
- SALINAS J.G., GARCIA R., 1985. Métodos químicos para el análisis de suelos ácidos y plantas forrajeras. Cali, Colombia, CIAT, 83 p.
- SARMIENTO G., 1990. Ecología comparada de ecosistemas de sabanas en América del Sur. In : Sarmiento G. ed. Las sabanas americanas. Aspecto de su biogeografía, ecología y utilización. Acto del Simposio IUBS, MAB-UNESCO. Guanare, Venezuela. Centro de Investigaciones Ecológicas de los Andes Tropicales. Mérida, Venezuela, Facultad de Ciencias, Universidad de los Andes, p. 15-56.
- TILLEY J.M.A., TERRY R.A., 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. Br. Grassl. Soc.*, **18**: 104-111.

Accepté le 21.07.2001

Summary

Rippstein G., Allard G., Corbin J. Fire Management of Natural Grasslands and Cattle Productivity in the Lower Eastern Plains of Colombia

The productivity and nutritive value of various natural grasslands of the lower eastern plains (*Llanos*) of Colombia, fire-managed annually during the dry season, were usually low. Annual biomass was 2-3.5 tons of dry matter (DM) per hectare and total crude protein content of fodder was 5-11% of DM depending on the season and phenological stage. Under traditional managing conditions (non-stop grazing, no fire or fire at the beginning of the dry season, stocking rate of 8-10 ha per animal), cattle weight gains were low during the rainy season (average daily weight gains between 150-300 g) and cattle usually lost weight during the dry season (150-250 g per day). During in-station experiments, significant differences in animal productivity were observed based on the botanical content and, even more so, on the pastoral value (a grassland value scale that combined productivity, nutritive value and desire of the animal for the species) of the natural grassland, which were determined by the soil texture (either sandy-clay or clay-silty). Regrowth occurred as a result of annual fires in the dry season. Nevertheless, the year after year repetition of these fires associated with free non-stop grazing negatively modified the flora. The authors tested two grassland-burning sequential systems in a set of parcels used in rotation. The systems allowed burning intervals of 16 months and provided the cattle with regrowths protected from grazing every four weeks. Even with an average annual stocking rate multiplied by two (4 ha per head), the individual weight gains of growing cattle were significantly improved without degrading the vegetation.

Key words: Cattle - Grazing system - Grassland management - Stocking density - Rotational grazing - Regrowth - Nutritive value - Plain - Colombia.

Resumen

Rippstein G., Allard G., Corbin J. Gestión mediante fuegos de los pastizales naturales y la productividad de los bovinos en las praderas de las llanuras bajas orientales de Colombia

La productividad y el valor alimenticio de los diferentes tipos de pastizales naturales de las llanuras bajas orientales de Colombia (Llanos), manejadas mediante fuegos anuales durante la estación seca, es generalmente bajo: las biomásas aéreas anuales fueron del orden de 2 a 3,5 toneladas de materia seca por hectárea y los contenidos en materias nitrogenadas totales de los pastos estuvieron comprendidos entre 5 y 11 % de la materia seca según las estaciones y el estado fenológico. Bajo condiciones tradicionales de explotación (pastoreo continuo, sin fuego o con fuegos en el inicio de la estación seca, carga de 8-10 ha por animal), las ganancias de peso de los bovinos son bajas durante la estación de las lluvias (ganancias cotidianas medias de menos de 150 a 300 g) y durante la estación seca se dan generalmente pérdidas de peso (150 a 250 g por día). Experimentos llevados a cabo en la estación mostraron una diferencia significativa de la productividad de los animales según la composición botánica o, aun mejor, el valor pastoril (índice sintético del valor del pasto integrando productividad, valor nutritivo y palatabilidad de las especies) de los pastos naturales, según se encuentren en suelos areno-arcillosos o arcillo-limosos. Los fuegos anuales durante la estación seca permitieron la producción de retoños verdes pero, repetidos año con año y asociados con el pastoreo libre continuo, modificaron negativamente la flora. Sobre un conjunto de parcelas en rotación, los autores prueban dos sistemas en secuencia de fuegos, permitiendo espaciarlos de 16 meses y poner a la disposición del ganado los retoños protegidos del pastoreo cada cuatro semanas. A pesar de una duplicación de la carga media anual (4 ha por cabeza), las ganancias de peso individuales de los bovinos en crecimiento mejoraron significativamente y este resultado se obtuvo sin degradación de la vegetación.

Palabras clave: Ganado bovino - Sistema de pastoreo - Manejo de praderas - Carga ganadera - Pastoreo rotacional - Rebrote - Valor nutritivo - Llanura - Colombia.

Le marquage du bétail dans les systèmes pastoraux traditionnels

E. Landais ¹

Cette synthèse est reprise de la *Revue scientifique et technique de l'Office international des épizooties*, 2001, 20 (2) : 445-462, avec l'aimable autorisation de cette revue. (Quelques modifications ont été effectuées pour l'adapter aux normes de la présente revue.)

Mots-clés

Marquage des animaux - Propriété - Droit d'usage - Identification - Pastoralisme - Maraude.

Résumé

Dans toutes les sociétés pastorales, depuis toujours, les animaux sont marqués. A partir d'une série d'exemples représentatifs de l'ensemble des grandes civilisations pastorales du monde, l'auteur présente les techniques utilisées (le marquage au feu, l'incision des oreilles, l'association des deux). Il analyse ensuite successivement, à la lumière des caractéristiques communes des sociétés pastorales (lignagères et segmentaires) :

- la dialectique conservation/déformation qui est à l'œuvre dans les processus de transmission verticale et horizontale des marques à l'intérieur de ces sociétés ;
- le contenu et le sens du message véhiculé par les marques ;
- les différentes fonctions des marques : signes d'identité (collective ou individuelle), revendication de droits, protection contre le vol.

En conclusion, la marque du lignage est interprétée comme le signe du pacte constitutif du système pastoral, unissant une communauté humaine, une communauté animale et un territoire. Le marquage traditionnel du bétail n'est en général pas utilisé à des fins sanitaires. Par ailleurs, ses caractéristiques ne répondent pas, en l'état, aux exigences contemporaines de traçabilité. Peut-être pourraient-elles néanmoins s'y adapter, à l'instar du système légal et obligatoire en vigueur en Norvège pour le marquage des troupeaux de rennes des Lapons.

■ INTRODUCTION

Les pasteurs nomades marquent leur bétail depuis des temps immémoriaux. Cette habitude suscite, au moins depuis les observations de Smith (35) et de Van Genep (39), un intérêt marqué de la part des chercheurs en sciences humaines et sociales. Parce que ces marques se transmettent sans grand changement à l'intérieur des lignages d'une génération à l'autre, ils y voient en effet un précieux moyen d'étude de l'histoire et du fonctionnement des sociétés pastorales. Cet intérêt a suscité de nombreuses études centrées sur les marques du bétail, leur inventaire et leur description, leur signification et leurs fonctions, leur origine et leur transmission.

Pour tenter de donner ici une vision générale du marquage du bétail dans les sociétés pastorales traditionnelles, il était nécessaire de saisir celles-ci dans leur diversité. L'auteur s'est appuyé à cette fin sur la classification proposée par Bonte et coll. (11). Elle dis-

tingue cinq grands « faciès » pastoraux qui sont illustrés par des exemples choisis en fonction de leur représentativité et bien entendu des sources disponibles sur les pratiques de marquage :

1. Les civilisations des steppes, qui reposent sur l'élevage du cheval et du chameau de Bactriane et dont l'aire s'étend à toute la zone eurasiennne médiane, du Danube au fleuve Jaune. Elles sont illustrées par deux exemples : les pasteurs de la République de Touva, située dans la partie méridionale de la Sibérie, au nord de la Mongolie (38), et la civilisation mongole, étudiée par Humphrey (24).
2. Les civilisations bédouines, qui occupent les zones arides et semi-arides du Moyen-Orient et de l'Afrique saharienne : bédouins arabes d'Orient (39), tribus arabes du Bassin du lac Tchad (23), Toubous (1, 2, 12), Touaregs (4) et Maures.
3. Les sociétés pastorales africaines et malgaches, civilisations du zébu (et secondairement des petits ruminants, ovins et caprins), dont l'aire s'étend sur la bande subsaharienne de l'Atlantique à l'océan Indien (Peuls, nilotiques, etc.) et se prolonge dans la zone

1. Ecole nationale supérieure agronomique, 9 Place Viala, 34000 Montpellier, France

inter-lacustre jusqu'au Botswana et en Afrique du Sud. Elles sont représentées dans cette étude par les Peuls nomades et semi-nomades du Niger et du Cameroun (18) ainsi que par les Bara, agropasteurs du sud-ouest de Madagascar (32).

4. Les civilisations du renne, qui couvrent une partie de la Sibérie et l'extrême nord de l'Europe, principalement illustrées ici par les Lapons de Kautokeino (Norvège), étudiés par Delaporte (14).

5. Les sociétés pastorales montagnardes, ensemble hétérogène qui regroupe les sociétés circum-méditerranéennes d'Afrique du Nord (Berbères), du Moyen-Orient (Turcs, Kurdes, Pathans et autres Iraniens) et d'Europe du Sud (Saracatsans), dominées par l'élevage ovin ; les sociétés tibétaines, fondées sur le yack ; enfin, les sociétés andines, qui reposent sur les camélidés locaux, lama et alpaga. Elles seront évoquées à partir des travaux de Digard (16) sur les nomades Baxtyâri d'Iran et de ceux de divers auteurs sur les éleveurs Aymara du centre du Pérou.

Les pasteurs apposent, sur des parties variées du corps de leurs animaux, deux grands types de marques, dont la signification et l'usage diffèrent : des marques indélébiles (quoique parfois falsifiables), généralement interprétées comme des marques de propriété, et des marques temporaires, utiles pour la gestion technique du troupeau. Dans la suite du texte, seules les « marques de propriété » pérennes seront évoquées.

Il a cependant semblé utile d'aborder brièvement, au préalable, les marques provisoires utilisées par les éleveurs pour faciliter le repérage d'un animal ou d'un groupe d'animaux qu'il s'agit de surveiller particulièrement ou d'isoler du troupeau dans le cadre des pratiques de surveillance, de soins, de traite, de tri et d'allotement qui constituent la base du travail pastoral. La reconnaissance des animaux fait d'abord appel à leurs caractéristiques physiques : la taille, la conformation, la forme des cornes, le cas échéant, et surtout la robe dont la description fait l'objet, en milieu pastoral, d'un vocabulaire d'une richesse et d'une précision extrêmes. Ainsi, les Nuer, pasteurs nilotiques du Soudan, utilisent-ils plusieurs centaines de termes pour décrire les robes des zébus, termes qu'ils associent à ceux qui décrivent la forme de leur cornage et auxquels ils adjoignent des préfixes précisant leur sexe et leur âge, en sorte que plusieurs milliers de combinaisons sont possibles (19).

Tous les signes distinctifs disponibles – ce que les bergers français appellent des « remarques » (25) – sont utilisés et les pasteurs en enrichissent artificiellement la gamme grâce à des ornements particuliers : pompons, rubans, colliers, cloches, etc. C'est dans ce contexte que s'inscrit l'usage des marques provisoires.

Celles-ci peuvent être obtenues de différentes manières :

- en rasant le poil ou la laine au couteau ou aux ciseaux de manière à créer soit un simple signe distinctif – c'est par exemple le cas des floques et des tontes partielles traditionnelles dans le sud de la France (26) –, soit un véritable système de signes, souvent doté de multiples significations, comme le font par exemple les Lapons (14) (figure 1) ;

- en imprimant sur l'animal une marque colorée, à l'aide de tisons, de bâtons de couleur ou de teinture. Il s'agit, là encore, soit de simples marques – ainsi les nomades Baxtyâri d'Iran marquent-ils leurs béliers, durant la saison de lutte, à l'aide d'une teinture brune tirée de l'écorce du chêne (16) –, soit de signes plus élaborés, imprimés par exemple à l'aide de fers à marquer trempés dans la teinture (parfois ceux-là mêmes qui étaient jadis utilisés pour marquer au fer rouge) (figure 2).

Il arrive que les pasteurs utilisent aussi, de manière traditionnelle, les fers à marquer pour imprimer provisoirement leur marque, en se contentant d'appliquer légèrement et brièvement le fer rougi sur



Figure 1 : opération de marquage d'un jeune renne par un éleveur lapon de Kautokeino (Norvège) et exemples de marques apposées sur la fourrure. L'inscription du flanc droit est représentée au-dessus de celle du flanc gauche. Elle est constituée d'un monogramme composé à partir des initiales figurant sur le flanc gauche : a) Anders, fils d'Aslak Sara ; c) Johan Anders, fils de Mathis Usi ; h) Johan Mathis, fils de Per Sara (marque inversée, l'éleveur étant gaucher). Source : Delaporte, 1987, II.

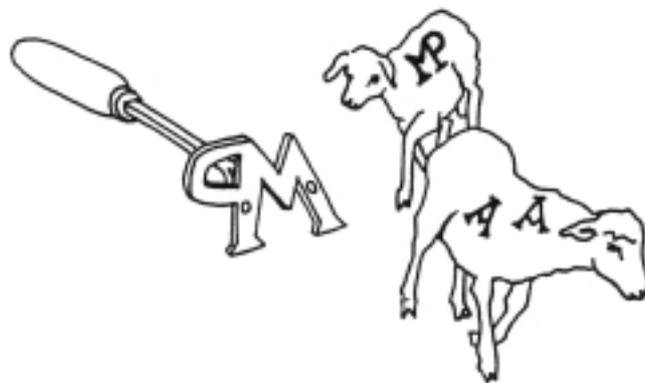


Figure 2 : fer à marquer et marque de propriété peinte sur la toison d'un mouton pour la transhumance (France, Alpes-de-Haute-Provence). Source : Landais et Deffontaines, 1988.

l'animal, de manière à ne brûler que le poil. C'est ainsi que procèdent les Mongols pour marquer les chevaux destinés à être vendus qui ne pourraient plus l'être s'ils étaient définitivement marqués (24).

■ TECHNIQUES DE MARQUAGE

Deux grandes techniques de marquage sont en présence, toutes deux attestées depuis les temps les plus anciens, toutes deux quasi universelles.

Marque au fer rouge

Présente dès le néolithique (figure 3), cette technique se retrouve chez les populations de l'Antiquité – égyptiennes, hamitiques ou semi-hamitiques de l'Afrique orientale, nomades de Turquie et d'Asie centrale – comme chez nombre de nomades de culture bédouine, d'Arabie et d'Afrique (les fractions arabes qui, par la vallée du Nil et le Soudan ou par voie transsaharienne à partir de la Libye, ont gagné la zone sahélienne jusqu'au lac Tchad et au Bornou et ont conservé la tradition du *wasm*), Maures, Touaregs et Toubous...



Figure 3 : représentation d'un bovin marqué à la joue sur une fresque néolithique du Tassili-n Ajjer (site de Ouan Derbaouen, vers 3 000 avant J.-C.). On remarquera la ressemblance avec le wasm numéro 11 de la figure 5. Source : Second, 1974.

Des fers de différente nature sont utilisés, séparément ou ensemble, du plus rudimentaire (application d'un fer rectiligne, voire tracé à main levée de la pointe d'une alêne ou de la lame d'un couteau rougie au feu) au plus élaboré (fers forgés à la forme de la marque). D'où une grande variété de types graphiques, combinaisons de traits et de points, arrondis, signes plus complexes, etc. (figures 4 et 5).

Où la marque au fer est-elle apposée ? Plusieurs critères de choix interviennent avec, en priorité, la visibilité de la marque : « Les bédouins brûlent le *wasm* sur la partie du corps où il se verra le mieux, c'est-à-dire là où il ne sera pas recouvert par les poils ni la laine ; on marque les moutons, par exemple, sur la face, les oreilles et les jambes » [Wetzstein, 1877, cité par Van Gennep (39)]. Le souci d'abîmer le moins possible le cuir intervient de manière secondaire : on marque sur le chanfrein, la joue, la nuque, l'encolure, l'épaule, la cuisse, la jambe ; plus rarement sur le flanc ou sur le ventre, par exemple chez les Daza du Niger (1). Chez les Touaregs, « les chameaux sont marqués, à droite comme à gauche, sur la tête, sous l'œil, sous l'oreille, ou encore derrière l'oreille, sur le cou, et parfois sur la fesse, alors que les bovins sont presque tous marqués sur la cuisse » (4).

- ≡ Imasleq (Imasleq) "fait de ripasser vs. l'un de l'autre". — Éhouel de la famille des Imasleq.
- Y Ṭāṭṭiṭ "bâton fourché". — Éhouel de la tribu de Kel-Āmajḍ.
- > Ṭāṭṭiṭ ou Āḥemḥaq "empreinte de pied de gazelle". — Éhouel d'une fraction des Imasleq.
- † ḍūn ou ḍūḍalaj "pied de corbeau". — Éhouel d'une famille de Dāg-Rāli.
- ≡ ḍūn (nom d'une lettre de l'alphabet). — Éhouel de la tribu de Kel-Āḥem-mellal.
- ≡ Imasleq (sans sign.; Ṭāṭṭiṭ "solliciter avec de bonnes paroles"). — Éhouel d'une fraction des Ifḡas de l'Āj.
- Λ ḍūḍiṭ (sans sign.). — Éhouel de la tribu de Ḥaṣṣān.
- ≡ Ṭāṭṭiṭ "celle du Imasleq" (sp. fr.). — Éhouel de la tribu de Imasleq.
- † Ṭāṭṭiṭ "petite tige en fer à bout croché". — Éhouel d'une fraction des Ifḡas de l'Āj.
- ∪ ḍūn "laine". — Éhouel d'une famille des Ṭāṭṭiṭ-mellal.
- † ḍūn en Ṭāṭṭiṭ "pique à épée". — Éhouel d'une fraction avant du Ṭāṭṭiṭ.
- ḍūḍiṭ "amuseur". — Éhouel d'une fraction des Ifḡas de l'Āj.
- ≡ ḍūḍiṭ ou Ṭāṭṭiṭ "logement sans le sable de ripère". — Éhouel (postérieur inconnu).
- † ḍūḍiṭ "manche d'osier". — Éhouel de la tribu de Kel-Ṭāṭṭiṭ.
- Ṭāṭṭiṭ "celle de Imasleq" (sp. fr.). — Éhouel de la tribu de Imasleq.
- Ṭāṭṭiṭ "celle de Imasleq" (sp. fr.) (appelé aussi Ṭāṭṭiṭ (sans sign.; Ṭāṭṭiṭ "méchère"). — Éhouel de la tribu de Imasleq.
- ≡ Ṭāṭṭiṭ "jumelles". — Éhouel de la famille de Dāg-Kmellal.

Figure 4 : quelques éhouels relevés dans l'Ahaggar par le Père de Foucault avec leur nom et les familles ou tribus auxquelles ils appartiennent. Source : page reproduite par Bernus, 1996.

- | | |
|------------------|---------------------------|
| 1. matraq | 11. tsalatsah matāriq |
| 2. ○ halaqah | 12. (el hlāl |
| 3. + 'arqay | 13. ḡ el bākour |
| 4. X 'arqay | 14. ☾ el debīb |
| 5. □ bāb | 15. ♀ el debous |
| 6. □ bāb | 16. ^ el āfiḥig |
| 7. † el msēqy | 17. † el dar'è |
| 8. † el zennāhah | 18. † el sēf |
| 9. ḡ el hegār | 19.)) delān |
| 10. ≡ el bā'ḥig | 20. † el āfiḥig |

Figure 5 : vingt exemples de wasm à chameaux relevés en Arabie par Huber (1891). Source : Van Gennep, 1902.

L'emplacement d'une marque n'est jamais choisi au hasard. Il n'est pour autant pas absolument constant. Même l'opposition droite-gauche n'est pas nécessairement significative. L'emplacement peut parfois varier selon la personne qui applique la marque, selon l'espèce de l'animal marqué, etc. Il peut également varier selon qu'il s'agit d'une marque initiale ou secondaire. Il arrive fréquemment, en effet, que des animaux portent différentes marques

qui témoignent de leur histoire individuelle ou de celle du groupe auquel appartient leur propriétaire : « Le Toubou marque ses animaux du blason de son clan paternel. Il peut y ajouter celui de son clan maternel ou celui du clan d'un de ses autres ancêtres et se constituer ainsi un blason personnel. Par respect, il ne le fait généralement qu'après la mort de son père : celui-ci serait vexé de voir que la protection conférée par la seule marque de son clan est jugée insuffisante... [Il peut y ajouter encore] soit la marque du clan de sa femme, soit celle d'un clan auprès duquel il vit et dont il cherche la protection. Ainsi, certains chameaux portent des "feux" sur toutes les parties du corps et, pour peu qu'ils aient été volés deux ou trois fois, ils sont complètement couverts de cicatrices » (12).

Incision des oreilles

Le marquage des animaux par incision des oreilles est la méthode de choix des pasteurs africains et des agropasteurs de Madagascar, éleveurs de zébus et de petits ruminants (figure 6). « En dépit de leur préention bien connue à se donner une origine arabe, les Peuls ont des marques totalement différentes de celles de leurs ancêtres supposés. Ce ne sont pas des marques au fer rouge, mais des entailles au couteau, très simples dans leur forme, faites aux oreilles du bétail [...]. Cette marque, appelée *dyelgol*, [...] se pratique aux oreilles tant du petit que du gros bétail, ovins, caprins, bovins. Elle consiste en incisions qui sont faites au couteau sur des bêtes d'un à deux ans » (18). Ce type de marquage est beaucoup moins pratiqué par les pasteurs M'Bororo de l'Adamaoua (Cameroun) que par leurs cousins du Sahel (J. Boutrais, commun. pers.).

Les éleveurs malgaches ont porté cette technique à un très haut degré de sophistication (7, 29, 40). Selon Birkeli (7), cette très ancienne coutume serait originaire de l'Inde et remonterait au moins aux Veda, rédigés entre les XVII^e et VIII^e siècles avant J.-C. L'Anthrava Veda, en particulier, indique des règles de marquage et recommande d'utiliser un outil de cuivre pour cette opération.

La technique du marquage par entaille des oreilles est également utilisée, avec un grand raffinement, par les Lapons, éleveurs de rennes. Elle a été minutieusement étudiée par Delaporte en Norvège (14) (figure 7).

Association des techniques

Le marquage au fer et l'incision des oreilles sont souvent associés, au point que cette combinaison de techniques, qui résulte probablement d'un métissage culturel entre des groupes pastoraux de tradition différente, apparaît comme la solution la plus répandue. L'exemple le plus ancien qui en ait été relevé est à ma connaissance celui des nomades de Touva, république de la fédération de Russie située dans la partie méridionale de la Sibérie, au nord de la Mongolie, étudiés par Vainshtein (38).

A la fin du XIX^e et au début du XX^e siècle, les éleveurs de Touva avaient encore coutume de marquer leurs chevaux et plus rarement leurs bœufs de selle du signe commun de leur clan au moyen d'un fer (*tangma*) chauffé à rouge. Parmi eux, certains patriclans descendants d'anciens peuples touvains, comme les Kirghizes, utilisaient des marques issues d'une très ancienne tradition. L'une de ces marques a été retrouvée sur le site de Karasuk, dans le bassin de Minusinsk, sur des gravures rupestres datant d'il y a environ 3 000 ans. Des inscriptions gravées sur des monuments touvains de la vallée du lénisséï, qui datent de la fin du premier millénaire et sont attribués aux Kirghizes, représentent d'autres de ces marques et peuvent être identifiées déjà comme d'anciennes marques à



Figure 6 : marques d'oreille (sofin'draza) relevées par Elli (1993) dans la région d'Ivohibe (Madagascar). Source : Saint-Sauveur, 1998.

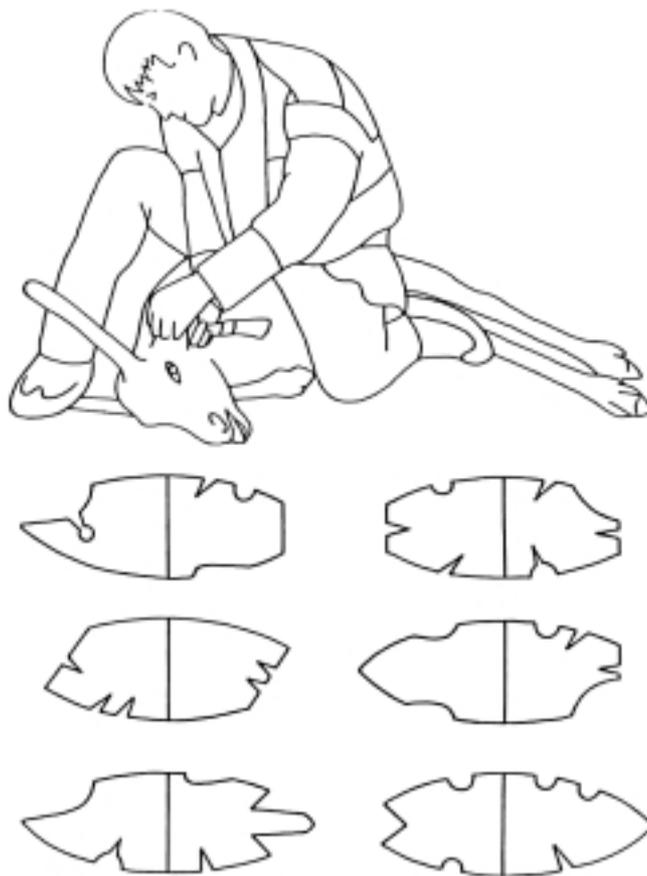


Figure 7 : opération de marquage des oreilles d'un renne par un éleveur lapon de Kautokeino (Norvège) et exemples de marques de propriété (les deux oreilles sont représentées face à face). Source : Delaporte, 1987.

bétail d'origine turke (ce terme désigne un groupe de populations formées vers le VI^e siècle en Asie centrale, qui conquièrent l'Iran et se répandirent en Asie occidentale où ils fondèrent la Turquie). Les archéologues ont montré que ces mêmes marques étaient utilisées, pour marquer leurs chevaux et leurs bovins, par les tribus oguz (ou turkmènes) qui conquièrent l'Iran et s'installèrent au XI^e siècle en Anatolie, d'où elles ont probablement diffusé dans tout le Moyen-Orient.

Les éleveurs de Touva pratiquaient simultanément un autre système de marquage, le *im*, combinaison d'incisions et de découpes circulaires dans les oreilles des moutons et quelquefois des chevaux, formant des motifs spécifiques des différents clans. Les Kazakhs par exemple utilisaient encore cette technique dans les années qui précédèrent la Deuxième Guerre mondiale. Or, cette coutume a été attestée dans l'Altaï chez les tribus nomades de la période des Scythes du VI^e au I^{er} siècles avant l'ère chrétienne, par la découverte, dans des tombes du site de Pazyryk, de restes de chevaux marqués exactement de cette manière (38). Rappelons que les Scythes, peuple d'origine iranienne, franchissent le Caucase vers 700 avant J.-C. et colonisent la steppe jusqu'aux confins de la Chine ; ils soumettent les Mèdes (Iran), ravagent l'Assyrie (Irak, Syrie), vont jusqu'en Palestine et menacent l'Égypte qui leur paye tribut ; ils installent une dynastie en Inde au I^{er} siècle.

Vers le nord, les éleveurs de rennes de la région de Todza, tout comme ceux de Touva, marquent leurs animaux à la fois au fer rouge et/ou à l'oreille. Cette pratique est commune à tous les éleveurs de rennes de Sibérie, jusqu'aux Nganasan qui vivent plus au nord (38).

Chez les Mongols qui élèvent « les cinq animaux domestiques » – chevaux, chameaux, bovins, moutons et chèvres – seuls les chevaux et occasionnellement les chameaux portent le *tamga*. Les autres animaux sont marqués par entaille des oreilles (24). En Iran, les nomades Baxtyâri combinent également, sur leurs ovins, caprins et bovins, les marques au fer, appliquées de chaque côté du chanfrein ou sur les oreilles, et la découpe des oreilles (16) (figure 8).

Le même type d'association entre les deux grandes techniques de marquage peut être observé en pays touareg, probablement à la suite du contact avec les Peuls : « Chez les pasteurs qui utilisent essentiellement la marque au fer rouge, il arrive qu'on incise l'oreille d'un chameau en complément de la marque au fer et qu'on découpe les oreilles du seul petit bétail » (4). Quelques fractions arabes du Kanem, qui impriment le *wasm* sur leurs dromadaires, entaillent de même les oreilles de leurs bovins voire, comme les Tunjur, celles de leurs ovins (23).

De manière symétrique, le marquage au fer rouge est parfois emprunté par les Peuls semi-nomades du Sahel à leurs voisins Touaregs, Hausa ou Arabes (18). Le même phénomène a été relevé dans quelques clans toubous, comme les Azza Bogordo du Niger (1). Il est courant en Afrique orientale, par exemple chez les Masai.

Dans les Andes, différentes pratiques de marquage des animaux furent introduites par les Espagnols au XVI^e siècle, à la suite de la Conquête : marquage au fer rouge (*hierro*), utilisé préférentiellement sur les bovins et les ovins, entaille des oreilles (*muesqueo*) des lamas, des alpagas et des moutons, création de « remarques » au niveau de la toison (pompons, tontes partielles). Ces techniques de marquage coexistent encore aujourd'hui avec une pratique autochtone d'identification des animaux qui remonte à l'époque précolombienne et repose sur l'utilisation de brins de laine de différentes couleurs (*cintillos* ou *reatillos*) qui sont noués dans le pavillon de l'oreille. Ce système, intermédiaire entre la marque pérenne et la marque provisoire, permet aux propriétaires de mar-

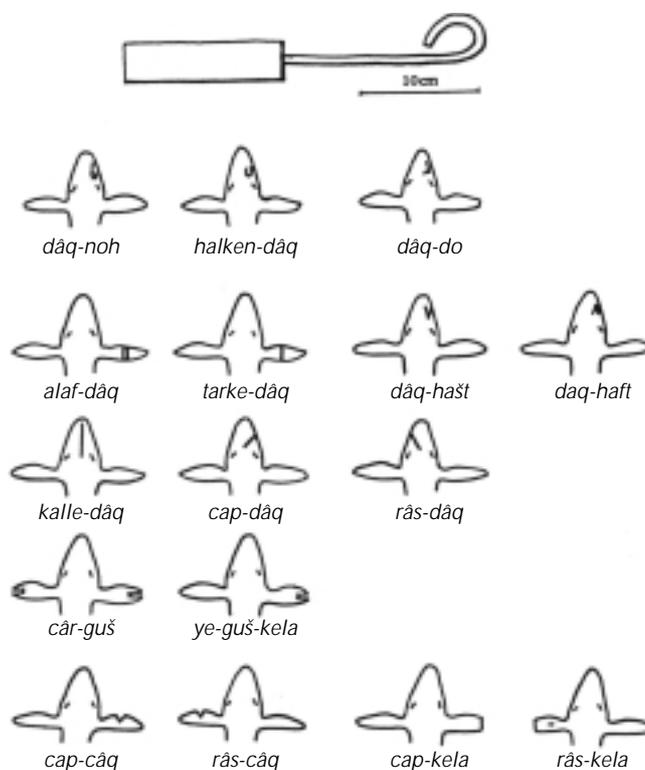


Figure 8 : marquage au fer rouge et incisions des oreilles des petits ruminants par les Baxtyâri (Iran). Source : Digard, 1981.

quer les lamas et les alpagas à leurs couleurs personnelles ; il peut aussi être utilisé à des fins zootechniques, par exemple pour indiquer l'année de naissance d'un animal ou d'autres informations le concernant. Des colliers (*hualcas* ou *walqas*) sont également utilisés comme signes distinctifs (31).

Choix des animaux à marquer

Les règles coutumières désignant les espèces et les animaux à marquer semblent d'autant plus strictes que la valeur religieuse ou magique accordée au port de la marque est plus grande : il s'agit de distinguer les animaux que la coutume considère comme dignes de porter la marque. À l'inverse, le marquage est moins sélectif lorsque sa fonction économique (par exemple la protection contre le vol) l'emporte sur sa signification socioculturelle. À la limite, le marquage peut concerner tous les animaux, pour peu que leur âge le permette ; il peut même devenir obligatoire.

La variété des règles et des techniques utilisées compose un tableau extrêmement diversifié. Selon les civilisations considérées, les bovidés, les dromadaires et les chameaux, les rennes, les lamas et les alpagas, les chevaux et les ânes, les chèvres et les moutons sont susceptibles d'être marqués.

Selon Van Gennepe, « les peuples éleveurs de chevaux, comme les Kirghizes, les Tcherkesses et bien d'autres, marquent toujours les animaux de cette espèce, soit au sabot, soit au bas de la jambe » (39). Les Mongols, quant à eux, ne marquent que certains de leurs chevaux, lesquels n'auraient en revanche jamais été marqués en Arabie, si l'on en croit Upton [1881, cité par Van Gennepe (39)].

Les petits ruminants, moutons et chèvres, sont moins fréquemment marqués au fer rouge, en raison de leur toison qui complique l'opération et risque de masquer la marque. Ils peuvent cependant être marqués sur la tête ou les membres (voir plus haut). Selon les observations rapportées à la fin du XIX^e siècle par Wetzstein pour les Bédouins de Syrie et de Palestine notamment, « tous les bes-

tiaux d'une tribu portent le *wasm* : chèvres, moutons et chameaux et sans en excepter une seule bête » [1877, cité par Van Gennep (39)]. L'entaille des oreilles est en revanche couramment pratiquée sur les moutons.

Chez les Daza et les Azza du Niger, les dromadaires sont systématiquement marqués, les vaches rarement et les ânes exceptionnellement. Les éleveurs expliquent cette différence de traitement par le fait que les premiers s'éloignent davantage et s'égarent plus facilement (1), surtout lorsque le mâle est en rut.

Le port de la marque est parfois étendu aux animaux de statut inférieur, ce qui souligne la faiblesse de la règle. Ainsi, chez les Touaregs, qui marquent tous leurs chameaux, même l'âne, porteur d'eau, monture des humbles et spécialement des femmes de condition modeste ou d'origine servile, qui n'ont ni selle ni dais, peut porter la marque du clan : « Si l'on marque parfois l'âne au fer rouge, c'est pour le retrouver en cas de vol, grâce à l'*ejwâl* (marque de propriété). L'âne possède rarement un nom individuel ; on ne s'intéresse à lui que lorsqu'il vient à manquer » (5). Les chevaux, en revanche, ne sont généralement pas marqués en milieu touareg (34).

Lorsque la règle est forte, à l'inverse, elle exclut certains animaux qui ne peuvent être marqués. Ainsi, chez les Bara, dans le Sud-Ouest malgache, les bovins achetés, qui ne proviennent pas du troupeau lignager et n'en font pas partie, ne sont pas marqués (32). Tout spécialement les bœufs de charrette, « qui [contrairement à ceux du troupeau du clan] côtoient quotidiennement les hommes, ne sont pas considérés comme des zébus dignes de porter la marque d'oreille du clan ni d'être offerts en sacrifice [aux ancêtres] » (32). Blanc-Pamard (8) avance une explication complémentaire : « Les bœufs d'attelage ne viennent pas du troupeau mais sont achetés. Le traitement (coups, pincements, cris) qu'on leur inflige pour les faire "galoper" l'exige, car si celui-ci s'adressait à des bêtes du troupeau, qui aient une marque d'oreille, ce serait maltraiter les ancêtres, propriétaires de ceux-ci ».

■ GENEALOGIE DES MARQUES

L'extraordinaire conservation des marques tout au long de l'histoire particulièrement mouvementée – dans tous les sens du terme – des sociétés pastorales s'accompagne d'un processus de différenciation progressive. Chaque marque se rattache ainsi à une famille de marques apparentées, en ligne directe ou collatérale. L'analyse de la généalogie des marques vient donc compléter l'étude des généalogies parallèles des hommes et des animaux (9, 28) et enrichir la connaissance du fonctionnement de ces sociétés.

Segmentation sociale et permanence des marques

L'importance de la conservation des marques à travers leur transmission d'une génération à l'autre dans les sociétés pastorales traditionnelles est directement liée au fait que celles-ci sont pour la plupart des sociétés segmentaires, dans lesquelles les règles de filiation, de résidence et d'union matrimoniale conduisent à la scission des structures lignagères en éléments emboîtés, de la tribu à la famille nucléaire en passant par différents types de segments de lignage (fractions, clans, etc.) pour lesquels aucune nomenclature de portée générale ne s'est imposée.

Le fonctionnement politique de ces sociétés à l'extrême « émiettées et acéphales », selon l'expression de Bazin (3), repose typiquement sur l'opposition équilibrée d'unités structurellement équivalentes et s'oppose à l'émergence de chefferies aux pouvoirs étendus. Cette structure sociale labile favorise la dispersion des segments de lignage, ce qui est à la fois le moyen d'optimiser

l'exploitation de l'espace pastoral et celui de minimiser les risques, tant alimentaires ou sanitaires que politiques. Le jeu constant des oppositions multiples et des conflits armés entre unités de même rang s'accompagne d'une recombinaison opportuniste et permanente des alliances de différents niveaux, au gré des circonstances, une cohésion dissuasive pouvant cependant toujours être reconstituée en cas de besoin, conformément au célèbre proverbe bédouin : « Moi contre mon frère ; moi et mon frère contre notre cousin ; tous ensemble contre l'étranger » (17).

Le marquage des animaux prend dans ce contexte des significations et des fonctions en relation avec l'identité lignagère et clanique, avec les systèmes d'alliances, avec les systèmes de droits relatifs à la maîtrise de l'espace pastoral et à la propriété des animaux, et avec la protection du bétail contre le vol.

La généalogie des marques revêt par suite une grande importance, car le sens et la fonction des marques dépendent des règles qui président à leur transmission entre générations et entre groupes. A cet égard, la règle de base est simple : la marque collective se transmet en principe inchangée de génération en génération à l'intérieur du clan. Lorsqu'elle est strictement respectée, cette règle est d'une très grande efficacité en termes de conservation du signe. Vainshstein explique ainsi que les *tangma* qu'il a observés chez les nomades de Touva se différenciaient seulement, d'un clan à un autre, par des détails minimes ou des traits additionnels, ce qui explique qu'ils aient été conservés sur plusieurs millénaires (38).

Dans de nombreux cas, cependant, la règle était moins stricte, ou s'est moins bien conservée. Deux phénomènes superposés s'opposent à une transmission strictement verticale et intangible de la marque : le premier, qui est celui de la différenciation-individualisation des marques à l'intérieur des lignages, peut être considéré comme quasi ontologique, puisque la variété des marques sans laquelle le système n'aurait aucun sens en procède depuis toujours. Le second est celui de l'adoption de la marque par des groupes issus d'un autre lignage.

Différenciation et individualisation des marques

Le processus de différenciation des marques accompagne normalement la dispersion des segments de lignage : « Autrefois les Maada vivaient avec les Foctoa et avaient la même marque. Quand ils se séparèrent, ils ne surent distinguer leurs bêtes. Ils ne pouvaient pas non plus se mettre d'accord sur le clan qui conserverait la marque ancienne, jusqu'à ce qu'un vieillard mette fin à la dispute en introduisant un point au milieu de l'*errigeri* des Maada pour le distinguer de celui des Foctoa » [légende du Tibesti, rapportée par Kronenberg, 1958, cité par Baroin (1)]. D'une manière générale, « la fraction de clan qui se détache à l'habitude, en émigrant, de modifier plus ou moins sa marque, en lui gardant bien souvent son nom » (27).

Les scissions et regroupements conduisant, selon le cas, à l'adjonction d'anciennes marques individuelles ou à la combinaison de plusieurs marques claniques antérieures, on assiste à la différenciation progressive de nouvelles marques dont la forme dérive, en général par complication, des marques ancestrales (figure 9). En définitive, « la segmentation sociale se manifeste au niveau du marquage des animaux par une altération du tracé (adjonction ou plus rarement suppression d'un élément, modification des positions respectives des parties de la figure) à laquelle résiste généralement la forme du *wasm* » (23).

L'individualisation des marques est un autre aspect de cette même évolution. La marque du clan peut en effet, si le besoin s'en fait sentir, être complétée par une seconde marque, précisant l'appartenance de l'animal. Chez les Bédouins d'Arabie, par exemple, lorsqu'un éleveur faisait pâturer ses chameaux avec ceux d'un de

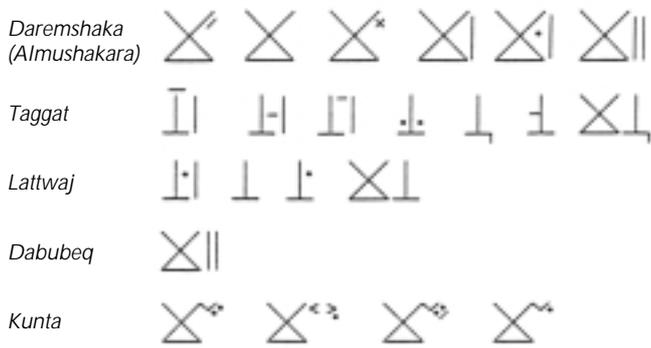


Figure 9 : différenciation des marques de chameaux au sein des tribus touarègues de la Vallée de l'Azawagh (Sahara du Niger). Source : Bernus et Cressier, 1999.

ses parents, « pour qu'il ne puisse pas y avoir de confusion, il ajoute souvent à l'*ousm* familial un signe pour l'en distinguer ; le signe ainsi ajouté s'appelle *sâhid* » [Huber, 1891, cité par Van Gennep (39)]. En principe, l'éleveur abandonnera son *sâhid* lorsqu'il ne lui sera plus utile, par exemple à la mort de son père, pour ne conserver que l'antique *ousm* familial. Mais en cas de scission du groupe familial, il pourra l'intégrer de manière définitive à l'ancien *ousm*, créant ainsi une nouvelle marque, dont les initiés sauront reconstituer l'histoire.

Il en va de même chez les Touaregs : à la marque principale qui appartient à une famille, et plus généralement à une tribu portant un même nom et issue, selon la tradition, d'un ancêtre commun, peut venir s'ajouter une marque supplémentaire. Destinée à marquer la propriété d'une famille particulière ou d'un riche éleveur, cette marque additionnelle porte le nom d'*emalghad* (34) ou d'*azezlou* [Foucauld, cité par Bernus (4)], terme probablement dérivé de l'arabe *'azila* (du verbe *'azala* : dissocier, distinguer), par lequel les Arabes du Kanem désignent cette marque additionnelle (23).

Le système des *tamaga* mongols est très particulier en ceci qu'il combine efficacement la conservation de la marque sacrée du clan et l'individualisation des marques de chaque propriétaire, grâce à un système élaboré de marques primaires et secondaires qui sera décrit plus loin.

Echanges de marques

Parallèlement à ce processus continu, une fraction ou un lignage peuvent adopter la marque d'un autre lignage, lorsqu'une convergence d'intérêts le justifie : regroupement de fractions préalablement séparées, conclusion d'une alliance, recherche d'une protection, etc. Ainsi, chez les Toubous, « les marques de propriété ne sont pas diffusées seulement par héritage. Chacun est libre d'adopter la marque d'un homme riche ou influent [dont il recherche la protection]. Les frères par le sang associent leurs marques et l'on peut aussi acquérir des marques par le mariage » [Fuchs, 1961, cité par Baroin (1)]. Chez les Bara de Madagascar, un homme dont le clan maternel est plus prestigieux que le clan paternel peut s'en approprier la marque : « Ses enfants découperont les oreilles de leurs bœufs de la marque de la femme de leur grand-père paternel » (20).

Chez les Arabes du Kanem, deux lignages appliquant la même marque sur leurs bêtes entretiennent un pacte désigné par le terme *sirr*, mot arabe signifiant secret. Les alliés (*serâr*) ont l'obligation de s'informer mutuellement sur l'état des puits et des pâturages de telle région, comme sur les mouvements des fractions voisines. Ils se doivent mutuellement assistance pour la recherche des animaux volés ou égarés et s'apportent un soutien armé dans les conflits n'impliquant pas leur parenté ; dans le cas contraire, la relation de *sirr* ne résiste pas à la loi du sang (23).

La parenté et les alliances se traduisent donc, bien souvent, par l'usage de marques similaires. Il en va de même des liens de vassalité. Ainsi, chez les tribus arabes du Kanem, « l'identité du *wasm* entre deux collectivités est généralement le signe d'une parenté plus ou moins lointaine ou d'un lien de dépendance et de protection entre vassaux et suzerains » (23). La même constatation est faite au sein du groupe toubou : les Azza, qui n'étaient pas à l'origine des éleveurs mais des artisans – ils sont les « forgerons » castés des Daza – ne possèdent pas de marques propres. Ils utilisent celles des clans Daza dont ils étaient les vassaux (1). A Madagascar, les esclaves marquaient leurs bœufs avec la marque du maître ou avec une marque spéciale indiquant leur statut (29). Chez les Mongols, les familles de serfs peuvent utiliser les marques de leur maître, mais ils doivent les apposer sur les parties inférieures du corps de leurs chevaux (24).

D'une manière générale, l'utilisation et l'échange des marques à bétail attestent donc du système d'alliance politique et d'entraide qui est lui-même constitutif de l'identité des groupes pastoraux. Pour les Mongols, les troupeaux de chevaux et le système de marques dont ils sont porteurs représentent ainsi un reflet magnifié de la société des hommes (24).

Dans le cours du fonctionnement extrêmement complexe des groupes nomades, l'émiettement des lignées et leur regroupement en conglomerats hétéroclites, la superposition des alliances successives, le poids des influences culturelles ont cependant contribué à l'affaiblissement du sens et des règles traditionnelles du marquage. La complexification du système des marques qui en résulte rend ce système de plus en plus difficile à interpréter, ce qui traduit la dilution de l'identité socioculturelle des groupes. *A contrario*, lorsque les hasards de la vie nomade font se rencontrer deux groupes qui partagent la même marque, cette découverte suscite en général un sentiment de proximité et de solidarité d'autant plus vif que la dimension du groupe minimal auquel ils appartiennent est plus réduite (23).

■ SEMIOLOGIE DES MARQUES

Avant d'examiner le sens du message transmis par la marque, il importe de se demander à qui est adressé ce message. Beaucoup d'auteurs partent de l'hypothèse selon laquelle le propriétaire et les siens sachant parfaitement reconnaître leurs animaux n'ont nullement besoin du secours de la marque. Ce serait donc exclusivement aux tiers que celle-ci adresserait son message.

Les observations rapportées plus loin justifieront largement ce point de vue. Il convient néanmoins de tempérer l'affirmation initiale dans le cas où les éleveurs possèdent un très grand nombre d'animaux, surtout lorsque ceux-ci présentent peu de traits distinctifs (certaines races de moutons, rennes...). La marque peut donc s'avérer utile à l'éleveur lui-même pour reconnaître ses propres animaux. Elle permet par exemple aux éleveurs péruviens de lamas et d'alpagas de surveiller à distance leurs animaux qui pâturent mélangés à d'autres sur les parcours collectifs.

En règle générale, cependant, la marque s'adresse bien aux tiers, du moins à ceux d'entre eux qui sont capables de lire le message qu'elle véhicule. En pratique, ceci se restreint aux membres de la société pastorale et à leurs proches voisins. En Mongolie, par exemple, le message véhiculé par les *tamaga* portés par les chevaux est d'abord destiné au cavalier (mongol) étranger qui chevauche à travers la steppe vide, sans limite ni repère, et qui peut grâce à elle se faire une idée précise de l'identité et de la position sociale de leurs propriétaires, et par là des droits d'usage qui structurent le territoire pastoral qu'il traverse. Le message du *tamaga*

s'adresse aussi aux parents et alliés de l'éleveur mongol, auxquels il témoigne que celui-ci a pleinement conscience de ses origines, des solidarités qui le lient, de la place qu'il occupe dans la société et du rôle qu'il doit et entend y assumer (24).

Certaines marques adressent aux tiers un message particulièrement explicite, portant par exemple une menace : « retournez et laissez-moi continuer », « piège », « si tu y touches, tu verras ta défaite ou ta mort » (34).

Le message s'adresse enfin aux esprits, vise à se concilier les esprits favorables pour obtenir leur protection et à écarter du troupeau les esprits maléfiques.

Héraldique rudimentaire

Quel est le sens des marques traditionnellement apposées sur le bétail ? Qu'il s'agisse du *tangma* ou *tamga* des nomades d'Asie centrale, des Arméniens et des Turcs, du *nisân* des Perses, du *wasm* (ou *ousm*) des Arabes, de l'*ejwal* (ou *ehouel*) des Touaregs, etc., la réponse semble bien la même : « Les *wasm* sont des sortes d'armoiries et les noms par lesquels on les désigne constituent comme les termes d'un vocabulaire héraldique rudimentaire » (39). Les marques d'oreille prennent la même signification que les marques au feu : « Les pasteurs de Madagascar pratiquent, comme les Peuls, le marquage par incision, en échançant ou en découpant les oreilles de leurs zébus selon des dessins qui représentent le blason familial » (39). Cette marque « équivaut à des armoiries que chaque maître transmet à ses héritiers et dont l'ancienneté est un titre de noblesse » (29).

Des armoiries, un blason donc, mais le blason de qui ? D'une manière générale, la marque, chez les peuples pasteurs, représente le signe d'une communauté lignagère relativement étendue, désignée par la plupart des auteurs sous le terme de clan. Il en va de même chez les agropasteurs bara de Madagascar qui désignent les marques par le terme de *sofin'draza*, lequel signifie littéralement « les oreilles du clan » (32).

Dans des systèmes sociaux en perpétuelle différenciation et recomposition, les marques constituent des repères essentiels pour les pasteurs eux-mêmes. Elles forment un référentiel précieux pour les chercheurs soucieux tantôt de retracer la généalogie et les migrations des groupes concernés, tantôt d'étudier les modalités du fonctionnement des sociétés pastorales.

Symbolique des marques

Le tracé des marques de clan est représentatif ou non. Dans tous les cas, les marques ont un nom. Celui-ci peut désigner l'objet représenté ou un symbole associé au signe, ou encore évoquer l'histoire du clan... Le sens attaché au signe et/ou à son nom renvoie fréquemment à l'effet bénéfique que la marque est censée procurer au troupeau.

Chez les Touaregs, le graphisme des marques principales représente invariablement des empreintes d'animaux (l'outarde, la gazelle, le serpent, etc.), des objets familiers (le marteau, la cuiller, le tambour), des formes d'astre (lune ou croissant de lune), des caractères tiffinagh ou arabes (34).

Chez les Sakalava et les Bara de Madagascar, le dessin de la marque (*vaky sofy*, la découpe de l'oreille) porte un nom qui évoque un épisode glorieux de l'histoire du clan ou fait allusion à l'état du troupeau qu'elle est censée favoriser : *tsimagnabebosaka*, qui ne laisse pas l'herbe pousser ; *marolahy*, beaucoup de mâles ; etc. (32) (figure 6).

Les *tamaga* des Mongols sont souvent censés représenter des objets, et sont alors désignés par le nom de ces objets. Il s'agit en général

d'objets associés à des valeurs positives. La marque **Y** représente par exemple la cheville nasale du chameau (*bujila*), objet de petite taille mais de grande puissance, puisqu'il dirige le chameau, au surplus porteur d'une valeur sacrée en raison de sa position élevée par rapport au sol. La marque représentative du fuseau (*erüül*), dont le ventre devient de plus en plus gros, est un signe de fertilité ; etc.

Dans d'autres cas, ces marques sont empruntées à des systèmes de signes préexistants : lettres des alphabets tibétain ou mongol classique, idéogrammes divers, etc. Beaucoup de ces signes sont des symboles religieux communs à toute l'aire nord-asiatique du bouddhisme et sont également utilisés en astrologie. Seuls, les signes astrologiques favorables sont employés comme *tamaga*. La faucille, symbole de la mort, n'est par exemple jamais utilisée.

Valeur religieuse et/ou magique de la marque

Chez les Toubous, le marquage du bétail, principalement destiné à lutter contre le vol, semble une simple opération technique : « Chacun marque son chameau lui-même quand il l'acquiert, sans cérémonie particulière » [Le Cœur, cité par Baroin (1)].

Mais il n'en va pas de même partout, et le caractère religieux des marques de propriété a été souligné par différents auteurs. Selon Van Gennep, le marquage des bœufs est, chez les éleveurs Sakalava de l'ouest de Madagascar, tout à la fois « un acte rituel, une consécration, une imposition de tabou » (40). L'apposition de la marque s'enracine dans un réseau complexe de significations, dont la première est celle du lien avec les ancêtres du clan. Une entrevue recueillie en pays Sakalava par Roy en 1964 et citée par Fauroux (21) est particulièrement explicite à ce sujet : « L'argent passe dans votre poche aujourd'hui, demain il est ailleurs. Il ne laisse ni marque ni couleur. Les bœufs nous permettent de conserver la *sofindrazana* [la marque d'oreille du clan]. Et cette marque a d'autant plus de valeur qu'il y a plus de bœufs dans le parc portant cette marque. On dira : "Ah, untel n'est pas mort. On lui a porté un grand nombre de bœufs portant sa marque pour telle cérémonie" [...]. Avec l'argent, on ne peut pas faire la marque d'oreille des ancêtres et quand on a des milliers de billets cela ne se voit pas et ne rend pas hommage aux ancêtres dont on a hérité la marque. Grâce aux bœufs, la marque des ancêtres est immortelle. Même si l'on achète une vache déjà marquée, on attend qu'elle mette bas et on fait porter aux petits la marque des ancêtres et non celle que porte la vache-mère [...]. Pour tout autre chose, l'argent peut bien remplacer les bœufs, sauf en ce qui concerne les ancêtres [...]. C'est pourquoi, tant que nous invoquerons les morts, les bœufs ne disparaîtront pas d'ici [...]. Nous, paysans, nous préférons le bœuf à l'argent parce que le bœuf est honneur (*voninahitra*), parure (*haingo*), protection (*fiarovana*) et moyen de travail (*fiasana*) ».

Chez les Bara, voisins des Sakalava, le rôle religieux et magique du troupeau du clan prend le pas sur ses fonctions économiques. Dénouant subtilement les fils des significations entremêlées, de Saint-Sauveur (32) propose de ce rôle une interprétation placée sous le signe d'une double médiation. Le troupeau est pour les Bara le médiateur entre la société des hommes et celle des esprits de la nature et des ancêtres du clan. La principale finalité du système d'élevage vise « à associer le plus étroitement possible les zébus avec, d'une part, la nature et ses esprits, d'autre part, les ancêtres et leur territoire. Le lieu idéal de cette association est le *tanin'aomby* [littéralement, la terre des bœufs], où sont enterrés les ancêtres et où les arbres abritent les esprits de la nature [...] » (32). A travers son troupeau, le clan bara renouvelle l'accord fondateur passé entre ses ancêtres, dont les animaux portent la marque, et les esprits naturels du lieu, réaffirmant ainsi sa maîtrise sur le territoire dont il a hérité. Cette maîtrise foncière recherchée ne s'accompagne pas pour autant d'une intervention artificielle. Tout au

contraire, l'élevage ne remplira pleinement son rôle d'intercession que s'il est pratiqué sur un territoire aussi peu transformé que possible par la main de l'homme. L'aire pastorale du finage comprend ainsi, idéalement, des formations forestières naturelles où les animaux trouvent refuge à l'abri du regard des hommes et sont laissés à l'état semi-sauvage (32).

Chez les Peuls du Niger, « cette opération [de marquage] baigne dans tout un contexte magique qui lui donne une signification dépassant de loin la simple reconnaissance d'une propriété » (18). Il s'agit à la fois de placer les animaux sous une protection magique, notamment contre la mortalité, et de promouvoir la fertilité du troupeau. Au Sahel, l'évolution enregistrée au cours du XX^e siècle a contribué dans de nombreux cas à dissoudre la valeur sociale des marques traditionnelles qui peut alors être étouffée par leur valeur magique ; la marque se réduit à une sorte de talisman destiné à assurer la prospérité du troupeau et par là du groupe humain qui en dépend, et son interprétation est réajustée en fonction de ces implications magiques. La conséquence la plus visible en est la possibilité de changer de marque. Puisque la marque est censée avoir par elle-même une influence sur la destinée du troupeau, il est logique que si celui-ci vient à périr, par exemple en raison de maladies du bétail, son propriétaire tente d'échanger sa marque pour celle d'un voisin plus heureux ! (18).

Fruit d'un étonnant syncrétisme entre la culture, la religion et les techniques introduites par les conquistadores et celles des populations andines, la cérémonie du marquage des lamas et des alpagas est considérée comme l'une des manifestations les plus vivantes du fonds culturel ancien de ces populations. La fête de la *Señalaky* (adaptation quechua du terme de *señalada*, lui-même tiré du verbe castillan *señalar*, marquer) donne lieu, notamment chez les éleveurs Aymara du Pérou, à une série de cérémonies et de rites pastoraux qui ont fait l'objet de nombreuses descriptions et études anthropologiques (13, 37). Sa particularité la plus marquante est l'association entre le marquage (par incision des oreilles) et la mise à la reproduction des animaux. Les femelles des camélidés andins, à l'instar des grands camélidés, possèdent une particularité physiologique : leur ovulation est déclenchée par l'accouplement, qui peut intervenir à toute saison, lorsque la femelle est sollicitée par un mâle. Ceci permet à chaque famille d'éleveurs d'organiser chaque année, à date fixe, une grande fête au cours de laquelle un certain nombre de mâles et de femelles, attachés deux par deux, s'accouplent devant les invités réunis. Les animaux qui n'étaient pas encore marqués le sont à cette occasion, parfois durant le cours de l'accouplement. Cette cérémonie s'accompagne de rites nombreux et complexes, de prières et de sacrifices aux *Apus*, les divinités de la montagne (15).

■ PHYSIOLOGIE DE LA MARQUE

Après avoir passé en revue les techniques de marquage, les modes de transmission des marques et leur signification, il importe de s'interroger sur les fonctions qu'elles remplissent dans les sociétés pastorales. Trois rôles principaux se dégagent de la littérature consultée : le signe identitaire, la revendication de certains droits et la protection contre le vol.

Signe d'identité

La fonction première de la marque est identitaire. La marque constitue, avec le nom du clan, un élément d'identité essentiel en milieu pastoral et particulièrement en milieu nomade, en raison de l'instabilité des repères spatiaux et de la dispersion des segments de lignages. Elle témoigne de cette identité collective et son appo-

sition est vécue, dans nombre de situations, comme l'affirmation de cette identité. Tel est par exemple le cas chez les Touaregs avec l'*ejwal*, signe de la *tawsit*, la tribu d'origine commune de ceux qui partagent le même *ejwal* (4).

L'association entre l'homme et l'animal étant le fondement même des systèmes pastoraux, l'apposition de la marque sur les animaux rappelle que ceux-ci sont eux-mêmes des membres de cette communauté. L'animal marqué « est » de tel clan, plutôt qu'il ne lui appartient. Il est un élément constitutif, plutôt qu'un objet de possession, de ce collectif lignager hybride, profondément original, que les Peuls Wodaabe du Niger dénomment *dudal* (9). De ce fait, l'identité de l'homme et celle de l'animal, questions dissociées dans le monde moderne, se résolvent traditionnellement de la même manière dans leur appartenance au clan.

Peut-être faut-il donner la même interprétation à la coutume de marquer également du *wasm* les esclaves et captifs, coutume probablement originaire de l'Arabie ancienne qui était encore d'un usage courant au Soudan et dans le centre de l'Afrique au début du XX^e siècle (39). La marque, qui permet à l'animal d'affirmer son appartenance au clan, évoque par ailleurs les scarifications rituelles que s'infligent certains peuples et qui permettent elles aussi d'identifier au premier coup d'œil la tribu d'origine d'une personne scarifiée.

Si la marque véhicule toujours un message identitaire, le contenu de ce message, généralement fruste, est variable selon les systèmes considérés qui s'avèrent quelquefois d'une grande richesse. Le système de marquage sophistiqué utilisé par les Mongols et décrit par Humphrey (24) s'avère particulièrement riche sur le plan sémiologique. Pour les Mongols, un homme sans son cheval n'est personne. C'est son cheval, par ses caractéristiques physiques, ses allures et son tempérament, mais aussi par la marque (*tamga*) qu'il porte, qui confère au Mongol son identité et son statut social (24). La marque publie en effet une information détaillée à son sujet : outre l'appartenance au clan désignée par la marque primaire (le *tamga* proprement dit), elle fournit une information sur sa lignée paternelle, sur la branche aînée ou cadette de la famille à laquelle il appartient, sur son extraction noble, roturière ou servile, enfin sur son statut, religieux ou laïc (24).

Le système repose sur des séries de marques apparentées, dérivées d'une marque primaire qui désigne le clan (figure 10) et à laquelle viennent se combiner d'autres marques dont certaines, dites complémentaires, ne peuvent jamais être utilisées comme des marques primaires (figure 11). Elles ont des propriétés à la fois syntaxiques et sémantiques. Par exemple, la marque « trône » indique que le propriétaire est issu d'une branche aînée de son lignage, puisque c'est cette lignée qui, dans le système de primogéniture, hérite des images des esprits des ancêtres qui sont assis sur le trône. Certaines de ces marques, comme le « pouce » et la « queue », la « corne » et le « pied », le « soleil » et la « lune », sont associées par paires, ou du moins suggèrent l'existence d'une autre marque de valeur supérieure ou inférieure selon le cas. Une marque additionnelle située à droite de la marque principale témoigne de la primogéniture par rapport à la même marque située à gauche. Une marque inversée suivant un axe de symétrie horizontal ou sagittal indique un rang social inférieur à celui qu'indique la marque primaire, etc.

Les princes (descendants de Gengis Khan en ligne paternelle) marquent leurs chevaux sur le côté droit, les gens du peuple à gauche. Les frères de père différencient leurs marques par addition d'un signe (et non par soustraction, ce qui risquerait de porter malheur au troupeau), en les modifiant le moins possible (ils peuvent se contenter d'en changer l'emplacement).



Figure 10 : exemples de marques mongoles (tamaga) relevées par Gochoo au milieu du XX^e siècle. Source : Humphrey, 1974.

Revendication d'un droit collectif

Les marques du bétail sont souvent qualifiées de « marques de propriété ». Cette appellation suggère une assimilation qui serait abusive avec le régime social et juridique de la propriété dans nos civilisations industrielles. Le fait que la protection contre le vol soit la fonction des marques la plus souvent évoquée renforce le malentendu, car la pratique traditionnelle du vol de bétail en milieu pastoral prend une signification très différente de celle du vol dans nos sociétés.

Il existe cependant d'authentiques marques de propriété. Les marques que Delaporte a étudiées chez les Lapons en représentent un exemple caractéristique (14). La fonction de ces marques est d'indiquer l'appropriation individuelle de chaque renne. Chaque enfant en bas âge, fille ou garçon, reçoit sa propre marque qui est choisie par son père. Les troupeaux familiaux, qui comptent entre cent et deux mille rennes, sont regroupés entre eux sur des pâturages communautaires. Le renne n'étant que semi-domestique, le contrôle exercé par les éleveurs est très lâche et variable selon les saisons. Il est fréquent que les rennes s'égarerent et que les troupeaux se mélangent. Les marques de propriété jouent de ce fait un rôle technique essentiel (14). Elles sont aussi, pour les éleveurs, le principal moyen de se protéger contre le vol de rennes (voir ci-dessous).

L'entaille des oreilles des lamas et des alpagas joue un rôle comparable en milieu andin. Les éleveurs Aymara, comme les Lapons, attribuent à tous leurs enfants en bas âge une marque individuelle, dont sont marquées les jeunes femelles qui leur sont données en cadeau, afin de leur constituer progressivement un troupeau personnel.

Dans le cas général, cependant, la marque n'est fondamentalement pas individuelle, mais collective. Si elle constitue effectivement le moyen de revendiquer un droit, il s'agit donc d'un droit collectif et non individuel. Or, dans la plupart des sociétés pastorales, la propriété des animaux est individuelle. La marque du clan ne donnant, à l'exception notable du système mongol, aucun renseignement particulier à ce sujet (à moins d'avoir été personnalisée ; voir plus haut), il ne semble pas pertinent de l'assimiler à une marque de propriété.

Avant de revenir sur ce point, il convient de relever que les marques de clan traditionnelles ne méritent peut-être pas non plus l'appellation de « marques à bétail » qui leur est souvent donnée. Dans de nombreux cas, en effet, ces armoiries, qui sont certes principalement appliquées sur les animaux, le sont aussi sur d'autres supports. Ainsi, la majorité des *wasm* recensés en Syrie et dans le nord de l'Arabie, « ont été trouvés gravés sur des rochers, sur des murs, sur des colonnes, sur des menhirs et des dolmens, sur des pierres isolées, sur des montants de porte ou des architraves, sur des pierres de puits [et, dans un seul cas, sur une tombe]. Les raisons données par les Bédouins de cette coutume de graver ainsi leur *wasm* diffèrent assez. Selon l'explication la plus fréquente, la tribu indiquait par là son droit de premier occupant à utiliser les pâturages voisins ou l'eau du puits ou de la source pour ses troupeaux, ou à faire la récolte » (39).

Même interprétation chez Field (22) et chez Chelhod [1958, cité par Hagenbucher-Sacripanti (23)], pour qui, dans la tradition moyen-orientale, « le clan possède ses propres pâturages, qui lui appartiennent par droit coutumier. Certains points d'eau sont également siens. Pour prévenir les inévitables discussions à leur sujet, le nomade laisse sa marque, *wasm*, sur les margelles, attestant ainsi la légitimité de sa possession. C'est le même signe, qui est celui du clan tout entier, qu'on applique au fer rouge sur la hanche ou le cou du bétail afin de le distinguer de celui d'autres clans ».

	alx	marteau
	sireetei alx	marteau avec trône
	saran devsgertei alx	marteau avec croissant de lune
	gurvan alx	trois marteaux
	dörvön alx	quatre marteaux
	sireetei nüdtei alx	marteau avec trône et yeux
	dörvöljin xüreeitei sireetei nüdtei alx	marteau avec trône et yeux, entouré d'un mur carré
	dügreg ongitoi alx	marteau avec anneau
	xevtee alx	marteau couché

Figure 11 : exemple d'une série de marques dérivées d'une marque primaire par addition de marques secondaires, la série « marteau ». Source : Humphrey, 1974.

Les Touaregs pour leur part gravent leur *ehouel* sur les pains de sel, sur le tronc des rares arbres des régions qu'ils parcourent, sur les margelles des puits, mais aussi sur des pierres tombales et des stèles funéraires (4). Dans de nombreuses civilisations pastorales, les marques de clan se retrouvent enfin, sans qu'on sache si cette décoration a une fonction autre qu'ornementale, gravées ou dessinées sur un certain nombre d'objets (couteaux, armes, harnais, bijoux, briquets et tabatières, coffres, tabourets, etc.).

A l'évidence, comme l'écrit Hagenbucher-Sacripanti, « la réalité de la fonction du *wasm* dans une lignée autant que dans un système d'alliance territorialement circonscrit par les droits et les mouvements des nomades déborde largement les questions de propriété du bétail » (23).

Même lorsqu'elle est apposée sur des rochers, sur des arbres, sur la margelle des puits, la fonction de la marque ne peut s'interpréter comme une revendication de la propriété du territoire ainsi marqué : la notion de propriété foncière est en réalité étrangère à la logique des systèmes pastoraux traditionnels (17).

La structure juridique des sociétés pastorales répond au problème classique de la distribution des droits au sein d'une organisation sociale donnée. A la segmentation de ces sociétés en structures lignagères emboîtées répond une hiérarchie de droits différenciés sur le bétail et sur les ressources pastorales. Ainsi, chez les Bédouins de Syrie comme chez les pasteurs Baggara du Soudan, tous les descendants d'un ancêtre commun partagent des droits diffus sur un vaste territoire, les différents segments de cette généalogie possédant des droits d'accès et d'usage d'autant plus forts qu'ils portent sur des portions plus limitées de ce territoire [Behnke, 1985, cité par de Saint-Sauveur (32)]. Un grand nombre de personnes disposent ainsi de droits faibles ou subsidiaires sur un vaste espace, tandis que chaque portion de territoire est contrôlée par les droits forts et prééminents détenus par un petit nombre (32).

L'unité sociale qui contrôle les droits d'accès à un territoire pastoral donné [unité dénommée *access group* par Grandin, 1989, cité par de Saint-Sauveur (32)] peut être une tribu, une fraction ou un clan. Tous les Masai Ngorongoro et Salei de Tanzanie ont ainsi des droits sur l'ensemble du territoire masai et ces droits s'expriment, par exemple, par l'accueil des troupeaux chassés de leurs parcours habituels par une sécheresse. Mais il existe une hiérarchie informelle des droits d'accès qui réserve l'usage ordinaire des pâturages et des points d'eau d'une zone donnée à la communauté qui y est implantée (30). La gestion quotidienne de ces ressources est de la compétence de cette communauté locale et s'impose à ses membres. La répartition des droits d'accès et d'usage, et le règlement des conflits qui surgissent à leur propos, restent pour leur part du ressort du « groupe d'accès ».

Le clan possède de la même manière des droits diffus sur le bétail qui porte sa marque. Ce droit se traduit par la compétence du clan sur les questions d'intérêt commun et le règlement des conflits ayant trait aux animaux. Il s'exprime par exemple à travers la redistribution d'animaux en son sein à la suite d'une sécheresse ou d'une épizootie ayant décimé les troupeaux. Cependant, au jour le jour, ce sont la responsabilité du chef de la famille étendue (pour la gestion technique des troupeaux) et surtout celle des propriétaires individuels (pour la gestion économique de la production) qui prédominent (30). La gestion communautaire des ressources pastorales s'oppose de ce point de vue à la gestion domestique des troupeaux, mais la logique d'ensemble de distribution des droits est la même.

Protection contre le vol

La protection contre le vol est une fonction quasi constamment prêtée aux marques de clan. Cette référence est à ce point constante qu'on est étonné de ne trouver aucune allusion au vol dans l'article très documenté que Dupire (18) a consacré aux marques du bétail chez les Peuls. La compréhension de la nature exacte de cette protection et du mécanisme qui la confère renvoie à celle du statut traditionnel du vol en milieu pastoral. Bien le plus précieux dans toute société pastorale, source de richesse et de prestige, unique mode d'accès au mariage, le bétail est l'objet de multiples convoitises. Dans la tradition pastorale, le vol de bétail est exclusivement destiné à permettre au voleur d'accroître son propre troupeau, ce qui est l'objectif légitime de tout pasteur. Exigeant du courage, de l'adresse et des compétences pastorales, il représente, aux yeux de beaucoup de pasteurs, un acte noble : « La valorisation socioculturelle du vol de bétail est une constante pastorale. Certains auteurs lui attribuent une véritable fonction socio-économique : redistribution des richesses, dispersion du cheptel et répartition du risque. Le vol est assimilé, côté pile, à un acte de bravoure, souvent chargé d'une signification initiatique ; côté face, il représente un risque constant et peut devenir un véritable fléau dans certaines circonstances, lorsqu'il dégénère en brigandage organisé à grande échelle » (17).

En milieu toubou, par exemple, « le vol d'animaux à l'extérieur du clan n'était pas considéré comme un délit mais comme un moyen risqué, mais normal, d'acquérir des richesses. Aujourd'hui encore, seul ce procédé permet à bien des jeunes gens de se procurer les nombreux animaux nécessaires pour leur mariage. C'est aussi un moyen d'obtenir de la considération » (12).

C'est sans doute à Madagascar que le vol de bétail, élevé au statut d'une véritable institution, occupant une place centrale dans la culture et l'organisation pastorales, prend ses formes les plus raffinées, qui ont donné lieu à de multiples études. Les « grands voleurs », ceux qui ont réussi à s'enrichir par le vol, y sont connus et respectés. Selon un proverbe bara, « le vol [de bœufs] est la forme de cueillette seule digne des forts » [Randriamarolaza, 1986, cité par de Saint-Sauveur (32)]. Dans le sud et l'ouest de l'île, les agropasteurs entretiennent encore aujourd'hui un système coutumier d'alliances villageoises et de surveillance du territoire destiné à lutter contre le vol en détectant les déplacements des animaux. Chaque village est responsable de la surveillance de son propre territoire, qui repose sur le contrôle des traces laissées sur le sol par les zébus en des lieux de passage stratégiques, quotidiennement surveillés et balayés, les *kizo* (32).

Afin de prévenir tout soupçon sur la provenance des bœufs sacrifiés lors des diverses cérémonies, il était d'usage à Madagascar d'exposer leur tête pendant toute la durée de la fête, afin de démontrer à tous qu'ils n'avaient point été volés. On ne gardait parfois que les oreilles coupées ras et réunies par la bande de peau qui les joint, et on les suspendait à l'auvent ouest de la maison où elles pouvaient rester des mois et des années (29).

Face aux formes traditionnelles du vol de bétail, qui sont le fait de membres de la communauté pastorale et s'inscrivent dans le fonctionnement normal de cette communauté, la recherche des animaux volés met en jeu les réseaux de solidarité nés des alliances entre clans et les règles coutumières permettent de résoudre les litiges. C'est ainsi qu'il en va chez les Baxtyâri : « Les voleurs opèrent surtout la nuit [...]. Dès que le berger a donné l'alarme et que les pertes sont évaluées, le propriétaire part à la recherche de son bien. Cette tournée peut durer plusieurs jours, voire plusieurs semaines si le vol est important. Il va de campement en campement rapporter, entre autres nouvelles, son histoire dans tous les détails ; partout, il est bien reçu, écouté attentivement et, éventuel-

lement, informé (parfois contre quelque argent) de ce qui a pu se savoir ou se voir. Il peut réussir ainsi à parvenir jusqu'au campement du voleur. Là, il doit faire une description exhaustive des animaux dérobés et expliquer comment il est parvenu à retrouver leur trace. Si, par son éloquence et par la précision de ses descriptions, il fait la preuve de la connaissance de ses bêtes, on estime généralement que le voleur ne peut pas, à moins d'être un vaurien (*bisara*), ne pas reconnaître les faits. [...] Dans ce cas, voleur et volé négocieront la restitution du butin ; généralement, le premier se contentera d'exiger du second qu'il s'abstienne de toute autre poursuite. Finalement, tout le monde est bien d'accord sur l'essentiel et l'on n'est pas si loin, chez les Baxtyâri, de cette coutume du *melki dorran* qui, dans les tribus du Fârs, permet aux voleurs de recevoir de leurs poursuivants une indemnité pour l'usure de leurs chaussures ! » (16). Bien que la protection contre le vol soit l'une des motivations du marquage, il est à noter que les marques ne portent, chez les Baxtyâri, aucun message d'identification clanique ni individuel : un même éleveur ne marque pas toutes ses bêtes de la même façon et les marques qu'il utilise ne sont pas spécifiques de son troupeau. « Chaque marque s'ajoute aux autres caractéristiques de l'animal et intervient comme un moyen de mémorisation de ces caractéristiques ». En cas de vol, elle constitue un élément de description supplémentaire d'un animal dérobé, mais ne fait pas preuve à elle seule de sa propriété (16).

Dans un tel contexte socioculturel, le marquage revêt une efficacité certaine, au point que cette fonction antivol apparaît parfois comme la première justification du marquage : « Pour les Têda et les Daza, l'intérêt du marquage du bétail n'est pas mince : il diminue les risques de vol. Ces risques sont d'autant plus réels que le vol est, chez eux, un moyen normal d'acquérir à la fois richesse et prestige » (1).

La relative sécurité que procure le marquage repose en bonne part sur la dissuasion car il fait du vol une activité beaucoup plus risquée. L'œil exercé des pasteurs est en effet prompt à repérer dans un troupeau une marque étrangère, que ce soit au pâturage, au campement, le long d'une route, autour d'un puits ou sur un marché. A partir de là, la marque permet d'identifier le propriétaire, puis de confondre le voleur.

Un animal égaré finit généralement par rejoindre un troupeau appartenant à un tiers. Deux attitudes s'offrent alors à celui-ci : ou bien rechercher le propriétaire de l'animal en vue de le lui restituer, ou bien profiter de l'aubaine et tenter de le conserver, soit pour l'intégrer à son propre troupeau, avec le risque d'être confondu si quelqu'un l'y retrouve, notamment grâce à sa marque, soit pour le vendre, ce qui comporte également un risque (l'abatage immédiat, qui ferait disparaître toute trace du forfait, n'est généralement pas une solution satisfaisante pour un pasteur, surtout lorsqu'il s'agit d'un gros animal, chameau ou bovin). Le marquage vise à orienter ce choix vers la première solution, favorable aux intérêts du propriétaire légitime.

Chez les Peuls, la marque peut ainsi permettre de retrouver une bête égarée, par l'intermédiaire des parents et alliés qui se font un devoir d'en rechercher le propriétaire (18). De même, le système des *tamaga*, qui offre aux troupeaux mongols une protection à la fois légale et magique contre les razzias, le vol et la fraude, permet aux tiers de bonne foi d'identifier les animaux égarés et de les restituer à leur propriétaire (24).

Vis-à-vis de la démarche active du voleur de bétail également, la visée peut être préventive. La marque, parce qu'elle confère la protection du clan, adresse en effet à la fois au voleur potentiel une information et un avertissement. Ceci est particulièrement explicite chez les Toubous : « Le but de la marque n'est pas de permettre au propriétaire de distinguer ses bêtes de celles des autres, car il les

reconnaîtrait bien sans cela, mais d'empêcher les voleurs d'enlever les bêtes d'un clan parent ou allié, ou d'un clan dont il redoute la vengeance » [Le Cœur, cité par Baroin (1)]. Cette protection s'étend aux animaux des vassaux : « En échange de leur protection et de l'autorisation d'adopter leurs marques d'animaux, les Azza paient aux Daza un tribut annuel » [Grall, 1945, cité par Baroin (1)]. Par suite, le protecteur daza devait, sous peine d'être taxé de lâcheté, essayer de récupérer, y compris par les armes, le bétail volé à son vassal azza (1).

En Laponie, la protection contre le vol est une fonction centrale du système des marques de propriété individuelles. « Les vols de bétail constituent une pratique courante chez les Lapons de Kautokeino. Ils se produisent le plus souvent à l'occasion de mélanges de troupeaux (généralement accidentels, mais quelquefois provoqués intentionnellement dans ce but), ou bien lorsqu'un renne égaré rejoint un troupeau qui n'est pas le sien. Deux types de vols ont cours : un renne déjà marqué peut être abattu et sa viande consommée, ou bien le renne volé vient agrandir le troupeau du voleur. En raison du prestige que confère la possession d'un grand troupeau, c'est ce second type de vol qui est le plus en faveur et en même temps qui est le mieux toléré. Lorsque le renne n'est pas encore marqué [le marquage intervient normalement avant l'âge de six mois], il est facile de se l'approprier : il suffit au voleur de lui apposer sa propre marque de propriété. Si le renne a déjà reçu une marque, il est alors nécessaire de la falsifier » (14).

La falsification idéale du point de vue du voleur consiste à retailler les oreilles de l'animal volé pour remplacer la marque du volé par celle du voleur. Mais ceci n'est pas toujours réalisable, les éleveurs s'attachant à choisir, en fonction des marques de leurs voisins, des marques de propriété qui ne soient pas susceptibles d'être ainsi falsifiées. De ce fait nécessairement limités en nombre, « les vols de rennes par falsification des marques de propriété étaient relativement bien tolérés dans la société laponne traditionnelle parce qu'ils exigent du voleur des qualités qui, étant celles du bon éleveur, sont très valorisées : excellente connaissance du terrain et des marques, grande habileté dans la découpe, etc. » (14).

La protection conférée par la marque contre les voleurs résulte de la valeur légale qui lui est reconnue par la coutume pastorale : « Le *wasm* fait foi dans tout litige qui a pour cause un vol, une razzia, la fuite d'un animal (ce qui arrive fréquemment [dans les troupeaux de dromadaires] quand le mâle est en rut), l'éparpillement d'un troupeau au moment d'une tempête, etc. » (39).

Chez les Mongols, il est interdit de modifier soi-même sa marque ou d'en choisir une nouvelle. Les altérations des marques existantes ainsi que l'adoption d'une nouvelle marque (le changement de marque est autorisé en cas de querelle entre frères, de mauvais sort, etc.) relèvent exclusivement du lignage paternel. Elles doivent être approuvées par un lama et enregistrées par le seigneur du lieu (24). Le pouvoir magique des *tamaga* garantit leur utilisation honnête et la véracité de l'information qu'ils transmettent (les sceaux mongols, qui ont une énorme importance pour garantir l'authenticité des décrets, des lettres de créance, etc., sont aussi appelés *tamaga*). La falsification d'une marque est considérée comme un crime (24).

La coutume mongole empêche de vendre ou d'échanger un cheval porteur d'un *tamga*. De strictes limites sont également fixées à son usage, d'où l'interdiction édictée par les princes au XIX^e siècle, pour des raisons à la fois économiques et fiscales, de marquer plus d'un cheval sur dix et d'un chameau sur trois (24).

La valeur attribuée à la marque par la coutume pastorale n'est efficace qu'au sein de la société des pasteurs. Sa reconnaissance légale au niveau des Etats devient un enjeu important dès lors qu'il ne

s'agit plus seulement de réguler les effets du vol traditionnel à l'intérieur du système pastoral. Ainsi, chez les Lapons de Kautokeino, confrontés à des actions de brigandage à grande échelle, les marques de propriété, jadis coutumières, ont désormais valeur légale. Devenues obligatoires, elles sont officiellement enregistrées par l'Administration norvégienne et font foi devant les tribunaux (14).

■ CONCLUSION

Ce tour d'horizon a montré combien les techniques de marquage, les règles de transmission des marques, leur sens et leurs fonctions diffèrent selon les civilisations pastorales et selon les époques. Mais il a surtout mis en évidence des convergences et des similitudes frappantes, rejoignant en ceci beaucoup d'études antérieures. Faut-il s'en étonner ? Est-il si surprenant que la diversité des « solutions » efficaces sur le plan organisationnel, juridique, économique... inventées au cours des siècles par les sociétés pastorales de tous les continents ne soit pas illimitée, alors qu'elles accompagnent, selon l'expression de Bonte (10), une « formule technique » unique qui repose sur la dispersion et la mobilité des unités de production en fonction de l'état des ressources naturelles ?

La force impressionnante des permanences anthropologiques qui ont permis à beaucoup de systèmes de marquage de traverser les siècles, voire les millénaires, peut surprendre. Un élément de réponse se dégage de cette étude : aussi ancienne que les systèmes pastoraux, la pratique du marquage ne disparaîtra probablement qu'avec eux. Comme le laissent pressentir son ancienneté et sa généralité, elle s'enracine en effet au cœur du fait pastoral, en lien avec la recherche permanente de l'indispensable cohérence entre le système technique, l'organisation sociale et la gestion du territoire. La marque du clan est le signe par lequel celui-ci signale et oppose aux tiers, sous le regard des ancêtres et des esprits du lieu, le pacte constitutif de la communauté pastorale qui l'unit aux membres animaux de cette communauté et au territoire dont elle exploite les ressources.

Cette revue suggère qu'à partir du système originel dans lequel l'appartenance à cette communauté pastorale constitue un repère identitaire quasi existentiel, le système des marques a souvent été sollicité pour évoluer dans le sens d'une individualisation et s'adapter ainsi aux changements du contexte socio-économique, généralement synonymes d'une certaine dilution ou dissolution des groupes pastoraux dans des sociétés plus larges. A la visée endogène et spécifiquement pastorale de la marque témoignant du pacte pastoral, font alors place des objectifs moins spécifiques, telle la lutte contre le vol lorsque celui-ci perd la signification sociale traditionnelle du vol pastoral pour se résumer à une simple spoliation des propriétaires, voire franchement exogènes, tels les objectifs des méthodes contemporaines d'identification individuelle des animaux, qui répondent essentiellement, dans nos Etats modernes, aux nécessités du contrôle par la puissance publique : respect de la législation (économique, fiscale, sanitaire surtout) et traçabilité des produits de l'élevage.

Mais l'utilisation contemporaine des marques traditionnelles se limite moins que jamais au domaine de l'élevage. Dans de nombreux cas en effet, leurs usages domestiques, loin de se restreindre, se diversifient et se répandent en s'adaptant aux conditions de vie contemporaines. Sibdiga (34) relève ainsi l'utilisation courante, par les Touaregs, de stylos à bille, de crayons ou de feutres pour apposer la marque sur des supports de plastique, de carton ou de papier. De plus en plus présente dans la vie domestique, la marque apparaît aujourd'hui sur les courriers, les pièces d'identité, les documents échangés, prolongeant et renouvelant ainsi ce qu'il faut bien considérer comme l'une des plus anciennes traditions de l'humanité.

Remerciements

L'auteur remercie chaleureusement E. Bernus, Ch. Blanc-Pamard, L. de Bonneval, J. Boutrais, J.-P. Digard, B. Fulcrand, A.-M. Gogué, Ph. Lhoste, A. de Saint-Sauveur et S. Trino da Silva pour l'appui amical et compétent qu'ils lui ont apporté dans la préparation de cet article.

Annexe

Note sur le marquage d'un gibier à Madagascar

Le marquage traditionnel des lémuriens par les pasteurs sakalava de Menabe est ainsi rapporté par Taillade (36) :

« La chasse est une activité qui fut longtemps appréciée des Sakalava, parce que souvent synonyme d'une amélioration très sensible du régime alimentaire. Elle n'est pourtant pratiquée que parcimonieusement, un ensemble de règles tendant à préserver les espèces les plus recherchées [...] »

Les techniques de chasse au lémurien (*sifaka*, *gidro*) témoignent [particulièrement] de ce souci de préserver les peuplements. Cette activité est limitée dans le temps, la période de chasse s'étalant de décembre à mars. La période de reproduction, qui dure jusqu'en novembre, est soigneusement évitée. Les lémuriens sont capturés vivants selon diverses techniques. Les animaux sont parfois drogués par le chasseur qui verse une abondante quantité de *toa mona*, hydromel à base de miel, l'effet de somnolence qui s'ensuit les rendant particulièrement vulnérables et faciles à capturer. D'autres utilisent des systèmes de piégeage mécaniques, le lémurien attiré par un appât enduit de miel étant capturé par la taille.

Certaines pratiques aujourd'hui délaissées permettaient une gestion très précise de ce gibier. Dans tous les cas, les animaux étaient marqués. Chaque clan possédait son signe distinctif, une marque sur le dos, la queue ou les oreilles de l'animal qui était ensuite libéré, et à nouveau capturé lorsque le besoin ou l'envie se faisait sentir. Seuls les mâles étaient chassés. Certains clans les castraient afin de les voir grossir et récupérer un gibier de qualité supérieure. Deux bêtes au maximum étaient abattues à chaque sortie. Une sortie de chasse était considérée comme un événement exceptionnel, préalablement célébré par

BIBLIOGRAPHIE

1. BAROIN C., 1972. Les marques de bétail chez les Daza et les Azza du Niger. Niamey, Niger, Centre nigérien de recherches en sciences humaines, 296 p. (Etudes nigériennes n° 29)
2. BAROIN C., 1985. Anarchie et cohésion sociale chez les Toubou. Les Daza Késerda (Niger). Paris, France, Editions de la Maison des sciences de l'homme, Cambridge, UK, Cambridge University Press, 455 p.
3. BAZIN M., 1987. Le nomadisme Yorük aujourd'hui : les Sarikeçili du Taurus central (Turquie). *Prod. past. Soc.*, **20** : 11-29.
4. BERNUS E., 1996. Marques de propriété touarègues et pierres tombales (plaines au sud-ouest de l'Air). *Sahara*, **8** : 7-18.
5. BERNUS E., 2000. L'âne injustement condamné. De la malédiction à la médisance (chez les Touaregs). In : Etudes berbères et chamito-sémitiques. Mélanges offerts à Karl-G. Prasse. Paris, France, Peeters, p. 27-30.
6. BERNUS E., CRESSIER P., 1999. In-Teduc du Moyen Age à l'époque actuelle. In : Bernus E., Cressier P., Durand A., Paris F., Sallège J.-F. Ed., Vallée de l'Azawagh (Sahara du Niger). Paris, France, Sépia, 422 p. (Etudes nigériennes n° 57)
7. BIRKELI E., 1936. Marque de bœufs et tradition de race. Documents sur l'ethnographie de la côte ouest de Madagascar. Oslo, Norvège, Ethnografiske Museum, 58 p. (Bulletin n° 2)
8. BLANC-PAMARD C., 1998. A l'ouest d'Analabo. Une agriculture en marche en pays Masikoro (sud-ouest de Madagascar). Paris, France, Orstom, 84 p.
9. BONFIGLIOLI A.M., 1988. Duda. Histoire de famille et histoire de troupeau chez un groupe de Wodaabe du Niger. Paris, France, Editions de la Maison des sciences de l'homme, Cambridge, UK, Cambridge University Press, 293 p.
10. BONTE P., 1973. La « formule technique » du pastoralisme nomade. In : Etudes sur les sociétés de pasteurs nomades (I). Sur l'organisation technique et économique. *Cah. Cnrm*, **109** : 6-32.
11. BONTE P., BRIANT P., BRISEBARRE A.M., DIGARD J.P., LEFEBURE C., LIZET B., ROUET M.M., 1987. Quatorze années de recherches sur les sociétés pastorales. Texte collectif. *Prod. past. Soc.*, **20** : 3-8.
12. CHAPELLE J., 1957. Nomades noirs du Sahara. Paris, France, Plon, 449 p.
13. CHOQUECAHUA J., 1971. El Señalaska en el mundo Aymara. Allpanchis. *Rev. Inst. Past. andina*, **3**: 182-184.
14. DELAPORTE Y., 1987. Le marquage du bétail chez les pasteurs lapons. I : Procédés de falsification. II : Un bricolage sémiotique. *JATBA, Trav. Ethnobot. Ethnozool.*, **34** : 7-17, 19-31.
15. DELGADO ARAGÓN J.G., 1971. El Señalakuy. Allpanchis. *Rev. Inst. Past. andina*, **3**: 185-197.
16. DIGARD J.-P., 1981. Techniques des nomades Baxtyâri d'Iran. Paris, France, Editions de la Maison des sciences de l'homme, Cambridge, UK, Cambridge University Press, 273 p.
17. DIGARD J.-P., LANDAIS E., LHOSTE P., 1993. La crise des sociétés pastorales. Un regard pluridisciplinaire. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **46** : 683-692.
18. DUPIRE M., 1954. Contribution à l'étude des marques de propriété du bétail chez les pasteurs peuls. *J. Soc. Afr.*, **24** : 123-143.
19. EVANS-PRITCHARD E.E., 1940. The Nuer. A description of the modes of livelihood and political institutions of a nilotic people. Oxford, UK, Clarendon Press. Traduction française : Les Nuer. Description des modes de vie et des institutions politiques d'un peuple nilote. Paris, France, Gallimard, 1994, 312 p.
20. FAUBLEE J., 1954. La cohésion des sociétés Bara (Madagascar). Paris, Presses universitaires de France, 163 p.
21. FAUROUX E., 1980. Les rapports de production Sakalava et leur évolution sous l'influence coloniale (région de Morondava). In : Waast R., Sautter G. Ed., Changements sociaux dans l'Ouest malgache. Paris, France, Orstom, p. 81-107. (Coll. Mémoires n° 90)
22. FIELD H., 1952. Camel brands and graffiti from Iraq, Syria, Jordan, Iran and Arabia. *J. Am. Orient. Soc.*, **15** (Suppl.).
23. HAGENBUCHER-SACRIPANTI F., 1979. Note sur les alliances et les marques de bétail chez les Arabes du Nord-Kanem. *Cah. Orstom, Sér. Entomol. méd.*, **16** : 351-379.
24. HUMPHREY C., 1974. Horse brands of the Mongolians. A system of signs in a nomadic culture. *Am. Anthropol.*, **1**: 471-488.
25. LANDAIS E., DEFFONTAINES J.-P., 1988. André L., un berger parle de ses pratiques. Document de travail du département Systèmes agraires et développement, Unité de recherches Versailles-Dijon-Mirecourt. Versailles, France, Inra, 113 p.
26. LAURANS R., 1973. Les tontes partielles. *Ethnozootecnie*, **8** : 9-18.
27. LE ROUVREUR A., 1962. Sahéliens et sahariens du Tchad. Paris, France, Berger-Levrault, 467 p.
28. MILLEVILLE P., 1986. Une méthode d'approche du rôle social de l'élevage dans un milieu sahélien : l'enquête généalogique sur le bétail. In : Landais E., Ed., Méthodes pour la recherche sur les systèmes d'élevage en Afrique intertropicale. Maisons-Alfort, France, Cirad-Iemvt, p. 167-177. (Etudes et synthèses de l'Iemvt n° 20)
29. MOLET L., 1953. Le bœuf dans l'Ankaizinana. Son importance sociale et économique. Mémoires de l'Institut scientifique de Madagascar, Série C, Tome II, 218 p.
30. POTKANSKI T., 1994. Property concepts, herding patterns and management of natural resources among the Ngorongoro and Salei Maasai of Tanzania. Londres, UK, International Institute for Environment and Development, Drylands Programme, 76 p. (Pastoral Land Tenure Series No. 6)
31. RODRIGUEZ LOPEZ Y.J., 1990. Sistemas de identificación campesina de alpacas y llamas. In Nolte E., Ed., Tecnología y cultura en la producción alpaquera. Cusco, Pérou, CISA/PAL, 215 p.
32. SAINT-SAUVEUR A. DE, 1998. Gestion des espaces et des ressources naturelles par une société pastorale, les Bara du Sud-Ouest malgache. Implications pour une politique environnementale décentralisée. Thèse Doct. en Géographie tropicale, Université de Bordeaux-III, France, 371 p.
33. SECOND P., 1974. Les représentations des bovidés dans les fresques préhistoriques du Tassili-n Ajjer. Thèse Doct., Ecole nationale vétérinaire d'Alfort, Maisons-Alfort, France, 98 p.
34. SIDIGA AG WATANOUFENE, 2001. Les marques de propriété chez les Kel-Tamachek, région de Gao (Mali). *Le Saharien*, **156** : 37-41.
35. SMITH W.R., 1885. Kinship and marriage in early Arabia. Cambridge, UK, Cambridge University Press, 322 p.
36. TAILLADE J.-J., 1996. Les dynamiques dans la gestion de l'espace et des ressources naturelles sur les interfluves de l'Ouest malgache. Cas des éleveurs sakalava du Menabe. Thèse de Géographie de l'Université Montpellier III, France, 345 p.
37. TAPE CAMPOS N.G., 1991. Ritos ganaderos andinos. Lima, Pérou, Horizonte, 134 p.
38. VAINSHTEIN S.I., 1972. Istoricheskaya etnografiya tuvintsev. Traduction anglaise (1980) : Nomads of South Siberia: the pastoral economies of Tuva. Cambridge, UK, Cambridge University Press, 289 p.
39. VAN GENNEP A., 1902. Les « wasm » ou marques de propriété des Arabes. *Int. Archiv Ethnogr.*, **15** : 85-98.
40. VAN GENNEP A., 1904. Tabou et totémisme à Madagascar. Paris, France, E. Leroux, 363 p.

Reçu le 23.03.2001, accepté le 10.07.2001

Summary

Landais E. The Marking of Livestock in Traditional Pastoral Societies

The marking of animals has been practiced in all pastoral systems since time immemorial. Using a series of examples representative of the major pastoral civilizations of the world, the author presents the techniques used (branding and ear incisions, either separately or in combination). In the light of the characteristics common to pastoral societies, the following points are analyzed:

- the manner in which the marks used by these societies have been conserved or modified in the course of vertical (inherited) or lateral changes of ownership;
- the content and meaning of the messages conveyed by the marks;
- the various functions of the marks, namely, collective or individual identification, establishment of rights, protection against theft.

In conclusion, the mark of the lineage is seen as symbolic of the founding pact of the pastoral system, uniting a community of humans, a community of animals and a territory. Traditional livestock marking systems are generally not used for health purposes. Moreover, their characteristics are not compatible with the requirements of modern traceability. Nevertheless, these systems could be adapted, as is the case for the marking of the reindeer herds of the Lapps in Norway, which has been given legal value and has been made mandatory.

Key words: Marking technique - Property - Right of access - Identification - Pastoralism - Theft.

Resumen

Landais E. Marcaje del ganado en los sistemas pastorales tradicionales

Desde siempre, las sociedades pastorales vienen marcando sus animales. Sirviéndose de ejemplos representativos de las grandes culturas pastorales del mundo, el autor explica las técnicas empleadas con tal fin (marcaje al fuego, muescas auriculares, asociación de ambas técnicas). Partiendo luego de las características comunes de las distintas sociedades pastorales (estructuradas por el linaje o segmentarias), analiza sucesivamente los siguientes aspectos:

- la dialéctica entre conservación y deformación que entra en juego en el proceso de transmisión vertical y horizontal de las marcas dentro de cada cultura;
- el contenido y el significado del mensaje transmitido por las marcas;
- las funciones desempeñadas por las marcas: signos de identidad (colectiva o individual), reivindicación de un derecho, protección contra el robo.

La marca que pertenece a un linaje se puede interpretar como el signo del pacto concluido dentro del sistema pastoral, creando un vínculo entre una comunidad humana, una comunidad animal y un territorio. En términos generales, el marcaje tradicional del ganado no cumplía un objetivo sanitario. Además, sus características propias no permiten que pueda responder a los requisitos contemporáneos de la rastreabilidad. Sin embargo, nada impide que puedan adaptarse con ese fin, siguiendo el ejemplo del sistema de marcaje legal y obligatorio que se aplica actualmente en Noruega para la identificación de los renos de Laponia.

Palabras clave: Marcaje del ganado - Propiedad - Derecho de uso - Identificación - Pastoralismo - Robo.

Le secteur des productions animales en Afrique subsaharienne des Indépendances à 2020.

III. Prospectives de la demande et de l'offre pour 2020 et voies de réponse au nécessaire développement de l'élevage *

G. Tacher¹ L. Letenneur¹

Mots-clés

Production animale – Consommation alimentaire – Tendances – Demande – Offre – Facteur de croissance – Afrique au sud du Sahara.

Résumé

L'évolution des productions animales de 1964 à 1994 montre une diminution des protéines disponibles par habitant et par jour. Elle montre également une part faible de l'Afrique subsaharienne (Ass) dans le marché mondial des produits animaux. Les perspectives de 1994 à 2020 ont été faites en fonction d'un maintien du niveau de consommation actuelle, de la croissance démographique, du développement des villes et du niveau des revenus des ménages. Elles montrent que la consommation globale des viandes devrait croître de 3,9 p. 100 par an, celle des produits laitiers et des œufs de 3,3 p. 100. L'offre, en fonction des ressources alimentaires disponibles pour l'alimentation des animaux, pourrait multiplier par 1,3 la production de viandes rouges, par 4,25 celle de viandes blanches, par 1,75 celle de lait et par 3,1 celle d'œufs. Les consommations examinées par sous-régions indiquent plusieurs types de consommation et une grande diversité dans les quantités de protéines animales consommées par jour et par habitant allant de 4,2 g en zone centrale à 13,8 g dans la zone de l'Igad (Intergovernmental Authority on Drought). Les évolutions des consommations selon les produits montrent une forte augmentation des viandes blanches dans les régimes dans la plupart des zones. Ce bilan général de l'évolution de l'offre peut paraître pessimiste. Il ne doit pas occulter les efforts entrepris. En 30 ans, les productions de viande ont plus que doublé et les productions de produits laitiers ont été multipliées par 1,8. Pour prévoir la demande dans une génération, c'est-à-dire en 2020, trois facteurs qui influencent fortement sa croissance sont retenus : la démographie, l'urbanisation et l'élévation du niveau de vie. L'hypothèse selon laquelle la consommation individuelle de produits animaux en Afrique subsaharienne, où la sous-nutrition est déjà présente, ne peut continuer de baisser est également émise. Les facteurs d'évolution conditionnant l'offre sont passés en revue : ils portent sur les accords mondiaux sur le commerce et sur des facteurs propres à l'Ass (régionalisation...). Les conclusions développent l'obligation de l'intensification des productions animales qui passe par l'organisation des professionnels, la privatisation, les infrastructures...

■ INTRODUCTION

L'élevage des ruminants et des monogastriques domestiques en Afrique subsaharienne (Ass) fournit une partie insuffisante en protéines pour assurer une alimentation équilibrée aux populations (11). La consommation moyenne en protéines d'origine animale n'est que de 9,2 g par habitant par jour, ce qui est très inférieur à la moyenne mondiale. Il a par ailleurs été montré qu'il existe une grande disparité dans les sept zones définies auparavant (12).

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

* Depuis la remise du manuscrit, les projections démographiques en Ass ont été revues à la baisse. Aussi les auteurs, tout en gardant 1994 comme année de base, ont-ils revu leurs projections en tenant compte des nouvelles données

Ce bilan général de l'évolution de l'offre peut paraître pessimiste. Il ne doit pas occulter les efforts entrepris. En 30 ans, les productions de viande ont plus que doublé et les productions de produits laitiers ont été multipliées par 1,8.

Dans cette troisième partie sur le secteur des productions animales en Ass, les perspectives de la demande et de l'offre sont établies pour l'année 2020. Celles-ci doivent conduire à une indispensable révolution pour relever le défi de la demande. Ces perspectives sont suivies de propositions sur les facteurs extérieurs à l'Ass et propres à cette partie de l'Afrique, qui sont des éléments clés pour le développement des productions animales et pour permettre au minimum le maintien du niveau de la consommation actuelle.

■ PERSPECTIVES DE LA DEMANDE : LE VÉRITABLE DÉFI

Pour prévoir la demande dans une génération, c'est-à-dire en 2020, trois facteurs qui influencent fortement sa croissance sont retenus : la démographie, l'urbanisation et l'élévation du niveau de vie. L'hypothèse est également émise qu'il n'est pas possible que la consommation individuelle de produits animaux en Afrique subsaharienne, où la sous-nutrition est déjà présente, continue de baisser.

Démographie

Le tableau I, élaboré à partir des données de la Fao (1), indique les évolutions des populations de 1950 à 2020. La consommation globale devrait au minimum suivre la croissance démographique et augmenter de 2,21 p. 100 par an.

Tableau I

Evolution de la population
en Afrique subsaharienne, d'après la Fao
(millions d'habitants et %)

	Population totale	Population urbaine	
1950	191	96	13,6 %
1960	238	40	16,8 %
1970	308	64	20,8 %
1980	403	100	24,8 %
1990	531	156	29,4 %
1994	589	186	31,6 %
2000	681	239	35,1 %
2010	847	345	40,7 %
2020	1 041	482	46,3 %

Urbanisation

Entre 1994 et 2020, un taux annuel d'accroissement de 3,7 p. 100 de la population la multipliera par 2,6. La population rurale sera multipliée par 1,4 et représentera 54 p. 100 de la population totale. Les mégapoles seront nombreuses, avec environ 80 villes de plus d'un million d'habitants (9). De nombreuses villes petites et moyennes (environ 400 villes de moins d'un million d'habitants) existeront également. Il s'agira d'alimenter l'ensemble de ces villes. L'urbanisation entraînera :

- des demandes spécifiques (viandes plus faciles à préparer car les ménagères auront moins de temps à consacrer à la cuisine, coût de l'énergie pour la cuisson pris en compte dans les décisions d'achat...);

- des marchés qui se rapprocheront de la ville ;

- une dualité des marchés, avec un secteur formel surtout pour les populations aisées et un secteur informel pour les populations les plus pauvres.

La rareté des enquêtes de consommation en Afrique rend difficile l'élaboration de schémas d'évolution de la consommation. En se basant sur les quelques données qu'ils possédaient, les auteurs ont retenu l'hypothèse que les populations urbaines consommaient 1,8 fois plus de viande que les populations rurales. Pour le lait et les œufs, en l'absence de données générales, le facteur urbanisation n'a pas été retenu.

Niveau de vie

La consommation est fonction du revenu des ménages, très mal connu en Afrique, mais fortement corrélé au produit intérieur brut (Pib) par habitant. Pour cette raison, le Pib par habitant, avec une prévision de croissance de 1 p. 100, a été choisi par les auteurs comme base d'évaluation de l'évolution du revenu des ménages, en sachant que ce n'est qu'une approximation et que la relation entre le Pib et le revenu est moins nette dans les pays exportateurs de matières premières.

L'élasticité de la consommation par rapport au revenu est beaucoup plus forte pour les populations urbaines que pour les populations rurales. Dans les villes, elle serait en moyenne de l'ordre de 1 pour les viandes (une augmentation du revenu de 10 p. 100 entraîne une augmentation de la consommation de 10 p. 100), de 0,4 en zone rurale, de 0,9 pour le lait et de 1, voire d'un peu plus, pour les œufs.

Mais l'évolution de la consommation dépend aussi, à revenu égal, des habitudes de consommation propres aux divers pays. L'Afrique de l'Ouest a un modèle relativement équilibré entre les différentes sources de protéines animales, « poisson et viande » dominant dans les pays côtiers, « gibier et viande » en Afrique centrale et produits laitiers en Afrique de l'Est. Ces habitudes de consommation varient aussi à l'intérieur des pays.

En l'absence de données, l'effet prix n'est pas pris en compte dans ces projections bien que lorsque les prix augmentent la consommation diminue. En effet, les estimations des économistes divergent : pour certains, il y aura une augmentation des prix réels et pour d'autres une diminution. De même, les substitutions possibles entre produits animaux (poissons, gibier), voire produits végétaux (protéines végétales), ne font pas partie de cette étude. L'évolution de la consommation, présentée au tableau II, tient compte de ces simplifications.

A partir de cette hypothèse moyennement optimiste, la consommation globale des viandes devrait croître de 3,4 p. 100 par an, celle des produits laitiers et des œufs de 3,1 p. 100, alors que la consommation individuelle n'augmenterait que de 1,2 p. 100 par an, passant de 12,5 à 16,7 kg par habitant par an pour la viande, de 31,6 à 39,8 kg par habitant par an pour les produits laitiers et de 2,1 à 2,6 kg par habitant par an pour les œufs. Ces niveaux prévisionnels de consommation restent encore très inférieurs à la consommation mondiale actuelle.

Tableau II

Projection de la consommation

	1994	2020
Viandes (1 000 tonnes équivalent carcasse)	7 354	17 390
Produits laitiers (1 000 tonnes équivalent lait)	18 610	41 471
Œufs (1 000 t)	1 198	2 739

Deux hypothèses pessimistes sont présentées dans le tableau III :

- une hypothèse très pessimiste où l'on admet que les habitants des villes ne consommeront pas plus que ceux de la campagne, que les élasticités seront nulles et que la croissance de la consommation ne suivra que la croissance démographique ;

- une hypothèse pessimiste où l'on considère une croissance du Pib de 0,5 p. 100 par an et par habitant (ce qui correspond à 100 g de viande par an).

Tableau III

Projections de la consommation selon des hypothèses pessimistes

	1994	2020
Hypothèse très pessimiste		
Viandes (1 000 tonnes équivalent carcasse)	7 354	12 982
Produits laitiers (1 000 tonnes équivalent lait)	18 610	32 853
Œufs (1 000 t)	1 198	2 115
Hypothèse pessimiste		
Viandes (1 000 tonnes équivalent carcasse)	7 354	15 721
Produits laitiers (1 000 tonnes équivalent lait)	18 610	36 921

■ PERSPECTIVES DE L'OFFRE : L'AFRIQUE SUBSAHARIENNE AURA-T-ELLE LES MOYENS D'OPERER SA REVOLUTION EN MATIERE DE PRODUCTION ANIMALE ?

Facteurs et leur perspective d'évolution

Depuis 1980, l'agriculture en Afrique (1) au sud du Sahara a connu un taux de croissance annuel de 1,7 p. 100, alors que celui de la population a été de 2,9 p. 100 et sera pour les 25 ans à venir de 2,21 p. 100. Les experts de la Banque mondiale situent entre 4 et 5 p. 100 par an le taux de croissance nécessaire pour commencer à influencer sur la réduction de la pauvreté. Ces quelques chiffres montrent l'importance considérable du défi à relever pour le futur.

Tout le monde reconnaît qu'en Afrique, plus que partout ailleurs, l'agriculture sera le moteur de la croissance économique. Il y a interdépendance entre la croissance de la population, le développement de l'agriculture, la durabilité de l'environnement et le développement économique. Les filières de production animale s'intègrent pleinement dans ces facteurs macroéconomiques interdépendants car, en plus de leur production alimentaire, elles participent à l'amélioration de la problématique générale par leurs nombreuses autres fonctions.

La pression de la demande va stimuler l'offre. Elle le fera d'autant plus que l'urbanisation, en offrant de nouveaux modèles de consommation, va inciter les populations rurales à entrer dans les circuits de l'économie marchande.

Perspectives techniques de l'offre en viande

Pour préciser les perspectives d'évolution de l'offre, les ruminants, où seuls les bovins et les petits ruminants ont été pris en compte, ont été distingués des monogastriques.

En effet, les premiers dépendent des ressources naturelles, essentiellement des pâturages naturels, dont les perspectives d'amélioration sont limitées, et accessoirement des résidus de récolte de l'agriculture. Ils ne dépendent pratiquement pas des cultures fourragères ou d'une autre alimentation de complément (quelques compléments comme les tourteaux sont donnés à des animaux cibles comme les laitières). C'est d'ailleurs par les cultures fourragères que les contraintes alimentaires pourront être partiellement levées, notamment en matière de production laitière.

Les seconds ont des possibilités de croissance beaucoup plus grandes en fonction des disponibilités locales en aliments énergétiques et protéiques qui peuvent également être importés. Leur développement dépendra des performances techniques des systèmes de production et des rapports de prix (international et intérieur) entre les aliments énergétiques ou protéiques, d'une part et d'autre part, entre les viandes produites sur place et importées.

Les perspectives théoriques de production de viande de ruminants (P_i) ont été calculées en projetant les tendances des trente dernières années concernant les effectifs et les productivités pondérales pour les bovins et pour les petits ruminants. Cette production théorique a été confrontée à la production permise par la contrainte alimentaire en calculant les charges possibles sur les pâturages et les résidus de récolte par grande zone écologique de chaque pays. Une charge théorique par pays qui ne peut être dépassée (C_i) a ainsi été obtenue. Par grande zone ont été additionnées les productions théoriques de façon à obtenir pour chaque zone :

$$P_i \leq C_i$$

Bien qu'il soit probable que la production des petits ruminants augmentera plus vite que celle des bovins, en l'absence de chiffres réalistes, la répartition des Ubt entre bovins et petits ruminants de 1994 a été conservée.

Ni l'élasticité de l'offre par rapport aux prix ni les possibilités de substitution entre produits animaux et entre produits animaux et produits végétaux n'ont été pris en compte. De même, il n'a pas été tenu compte de la pression de la demande sur l'offre qui, si l'Ass adoptait une politique plus ou moins protectionniste, ne serait-ce qu'à l'échelon de grandes régions, entraînerait une pression à la hausse sur les prix, ce qui à son tour stimulerait plus l'offre que les auteurs ne le prévoient.

Il est bien évident que d'autres contraintes conditionnent également la production future, mais dans cette première approche, elles n'ont pas été prises en compte.

Les prévisions de production de viande de monogastriques ont également été calculées en projections tendanciennes. Pour le calcul du disponible alimentaire, a été retenue l'hypothèse de réserver la totalité des tourteaux, des céréales et des sous-produits disponibles pour la production locale. La croissance théorique de la production va nécessiter 5,7 millions de tonnes de tourteaux et 6,9 millions de tonnes de céréales et de sous-produits de plus qu'en 1994. Il en résulte la nécessaire mise en œuvre de politiques céréalières et de cultures de protéagineuse ou, à défaut, de recourir soit à l'importation des céréales et des protéagineux nécessaires, soit à leur correspondant en viande.

Contrairement aux viandes rouges qui dépendent beaucoup de l'environnement naturel, le réalisme des projections des viandes blanches dépendra d'une politique beaucoup plus volontariste. Pour les autres viandes l'offre et la consommation globale resteront vraisemblablement stables. Pour les produits laitiers et les œufs, les calculs ont été effectués en retenant l'hypothèse d'une évolution tendancielle. L'ensemble des projections est résumé dans le tableau IV.

Tableau IV
Evolution de l'offre

	1994	2020	
		Tendance (P _t) ¹	Maximum (C _t) ²
Bovins			
Effectifs (x 1 000)	185 052	265 100	208 159
Productivité pondérale (kg/animal/an)	16	17	17
Production (t)	2 914 000	4 456 000	3 499 154
Petits ruminants			
Effectifs (x 1 000)	321 650	553 600	434 700
Productivité pondérale (kg/animal/an)	4	4	4
Production (t)	1 178 000	2 375 998	1 865 795
Total viandes rouges	4 092 000	6 831 998	5 364 949
Porcins			
Effectifs (x 1 000)	21 309	85 400	
Productivité pondérale (kg/animal/an)	34	39	
Production (t)	732 983	3 353 935	
Volailles			
Production (t)	1 331 000	5 665 998	
Total viandes blanches	2 063 983	9 019 934	
Produits laitiers (tonnes équivalent lait)	17 551 97111	30 499 768	

1. Perspective théorique
2. Charge théorique

L'offre de viande rouge qui satisfait 55,6 p. 100 de la consommation actuelle totale de viande n'en satisferait plus que 30,9 p. 100 en 2020. C'est dire l'effort qu'il faudra faire en matière de monogastriques. Il est bien évident que cette perspective de l'offre obtenue par projection des tendances des trente dernières années (2, 4) ne tient pas compte des réactions positives qui se manifestent lorsque l'homme doit faire face à des situations particulièrement contraignantes. Ces réactions sont déjà visibles dans les pays en surcharge (adoption de cultures fourragères au Kenya), dans ceux qui ont peu de terres disponibles pour l'élevage (Rwanda, Burundi) ou dans les pays qui intensifient leurs élevages sous la pression d'une demande solvable (élevages périurbains). L'irrigation dont il n'a pas été tenu compte pourrait offrir des possibilités d'intensification considérables.

Les projections pessimistes tendanciennes des productions de viandes rouges ne sont donc peut-être pas inévitables. La projection pour les produits laitiers indique que le déficit déjà important devrait s'aggraver et représenter, en 2020, la moitié de la production. Dans une telle perspective, 11 millions de tonnes de lait et de ses dérivés (contre 1 million en 1994) devraient être importés pour faire face à la croissance démographique et à l'augmentation du niveau de consommation liée à celle du Pib. Les œufs, dont les échanges sont très peu importants, devraient avoir un taux de croissance annuel de 4,5 p. 100 et l'Ass devrait être autosuffisante. Le bilan offre-demande est résumé dans le tableau V.

L'évolution des productions animales en Afrique subsaharienne dépendra de facteurs propres au continent et de facteurs extérieurs.

Facteurs extrinsèques conditionnant la réussite

■ Accords mondiaux sur le commerce

La réforme de la Pac (Politique agricole commune) et la mise en place de l'Omc (Organisation mondiale du commerce) ont abouti à

une forte diminution des interventions et à une baisse de la protection extérieure (6, 7). Elle a aussi renforcé les aides directes avec un plafonnement des aides individuelles favorisant une meilleure maîtrise de la production.

L'accord de Marrakech d'avril 1994 a établi l'Omc. Il constate que les subventions à l'exportation pénalisent les pays les plus pauvres qui ne peuvent soutenir leurs exportations à un niveau équivalent à celui des pays riches. Le cycle de l'Uruguay a pour objectif d'éliminer progressivement ces distorsions et de permettre au marché d'orienter la production agricole (3).

L'acte final complexe comprend des dispositions par produit sur l'accès aux marchés, les soutiens internes, les subventions à l'exportation, la réglementation de l'aide alimentaire.

Les principales conséquences seront les suivantes :

- un accès aux marchés plus facile et plus important surtout après l'an 2000 ;
- une atténuation des distorsions de concurrence par la réduction des soutiens internes qui ne devront pas dépasser 5 p. 100 de la valeur de production du produit et la réduction de 36 p. 100 des subventions à l'exportation. Les pays en développement pourront étaler sur dix ans une diminution du soutien limitée à 24 p. 100 ;
- l'accroissement des échanges pour la viande et les produits laitiers avec l'Union européenne dans le cadre d'accords bilatéraux ou préférentiels ;
- le remplacement progressif des mesures de protection des marchés intérieurs (droits de douane) qui vont en diminuant ;
- la modification des règles sanitaires basée sur le principe de régionalisation sanitaire, acceptant des zones indemnes à l'échelle régionale et non plus à celle du pays, et le principe de justification

Tableau V

Bilan offre-demande en produits animaux de 1964 à 1994 et prospectives pour 2020

	1964			1994			2020		
	Consom.	Production	Déficit	Consom.	Production	Déficit	Consom.	Production	Déficit
Viandes rouges ¹									
Bovins	1 788	1815	-27	2 944	2 914	30		3 499	
Petits ruminants	643	666	-23	1 185	1 177	8		1 886	
Total viandes rouges	2 431	2 481	-50	4 129	4 091	38		5 385	
Viandes blanches ¹									
Porcins	203	203	0	75	733	-658		3 354	
Volailles	291	289	2	1 477	1 331	146		5 666	
Total viandes blanches	494	492	2	1 552	2 064	-512		9 020	
Total viandes	2 925	2 973	-48	5 681	6 155	-474	17 390	1 4405	2 985
Produits laitiers ²	10 331	9 854	477	18 610	17 552	1 058	41 471	30 500	10 971
Œufs (t)	310	346	-36	1 198	1 194	4	2 739	3 759	xx ³

1. 1 000 tonnes équivalent carcasse

2. 1000 tonnes équivalent lait

3. Les œufs voyagent mal et l'Afrique subsaharienne devrait être en équilibre avec soit une augmentation de la consommation soit une baisse des projections de production

du risque (nécessité d'explication des refus d'importation basés sur les risques encourus). Un mécanisme de règlement des différends peut être mis en place par l'Oie. Un traitement spécial est réservé aux pays en développement : des délais plus longs leur sont accordés pour appliquer la réglementation ;

- l'aide alimentaire devra être mieux contrôlée et faite selon les règles établies par la Fao. Elle peut, en effet, avoir des conséquences catastrophiques sur les filières locales de production.

Certes, les Accords de l'Omc permettent de mieux accéder aux marchés, toutefois les mesures techniques de contrôle restent une entrave (qualité, conditionnement, procédures d'expédition, innocuité – santé, résidus, protection de l'environnement et des animaux...). Ceci impose de lourdes charges aux exportateurs, bien que des dispositions aient été prises pour les réduire dans l'article 9 (Assistance technique) de l'Accord sur les mesures sanitaires et phytosanitaires et dans l'article 12 (Traitement spécial et différencié des pays en développement membres). Les pressions sanitaires deviendront de plus en plus importantes (encéphalite spongiforme bovine, hormones, résidus chimiques, infections à salmonelles et autres zoonoses...). Mais les refus doivent maintenant être basés sur des arguments scientifiques et sur l'analyse des risques encourus par l'importateur (de nombreuses publications de l'Oie sont consacrées à ce nouveau type d'analyses). Ces études coûtent cher pour les exportateurs de grosses et petites quantités.

■ Lomé 2000

Le renouvellement de la convention de Lomé devrait prendre en compte le maintien du protocole viande bovine instituant des quotas transférables à droit réduit en faveur de six Etats d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique (Acp). Les pays Acp sont attachés à ce protocole mais les quotas ne sont pas remplis. Ces quotas représentent (en tonnes équivalent carcasse) 6 p. 100 de la production de viande bovine pour la zone S (Sud) (12). Ils sont, pour de nombreux pays, beaucoup plus importants : 35 p. 100 pour le Botswana, 19 p. 100 pour la Namibie, 25 p. 100 pour le Zimbabwe et 7 p. 100 pour Madagascar.

Les pays en développement sont spécialement handicapés par la petite échelle de leurs exportations, par des normes d'exportations plus strictes que celles de leur marché intérieur et par leur situation sanitaire générale. Pour les exportations vers l'Union européenne, les abattoirs doivent être agréés. De telles installations nécessitent des tonnages importants pour être rentabilisées. Il faut également l'acceptabilité des certificats vétérinaires. Ce dernier point concerne la fiabilité des services vétérinaires. Il suppose, pour de nombreux pays, une restructuration des services, la formation du personnel à ces nouvelles réglementations et la possibilité de réaliser les analyses nécessaires à un niveau régional. De plus, les programmes de prophylaxies nationaux devront satisfaire aux réglementations en vigueur.

Facteurs intrinsèques conditionnant la réussite

De nombreux risques, encore propres au continent, influencent les perspectives de l'offre et de la demande. Les auteurs ont fait abstraction de l'instabilité politique, tout en sachant qu'elle peut conditionner en partie, dans quelques régions, l'avenir des filières des productions animales.

Pour qu'il y ait amélioration de l'agriculture et de l'élevage, les réformes politiques internationales et nationales et les réformes institutionnelles et foncières sont aussi essentielles que les réformes techniques.

■ Risques climatique et sanitaire

Le risque climatique qui existe dans toutes les parties du monde est beaucoup plus aigu en Afrique (sécheresses récentes en Afrique australe et au Sahel) pour deux raisons principales :

- l'enclavement. Il est en effet très difficile de prendre des animaux d'une région atteinte par la sécheresse et de les transporter vers une région capable de les accueillir en vif comme cela peut se faire au Texas par exemple ;

- l'absence de stockage aussi bien en amont, pour avoir de la nourriture en réserve, qu'en aval pour stocker la viande en évitant l'écroulement des cours. Cette dernière raison est aggravée par

l'étroitesse des marchés, incapables d'absorber des surplus sans faire chuter les prix.

Le risque sanitaire est toujours présent en Afrique. L'instabilité politique et les budgets insuffisants en sont les principales causes.

■ Régionalisation

Le développement de l'élevage et de la filière dépend du bon fonctionnement et de l'ouverture du marché mondial. La fragilité des systèmes de productions animales en Afrique est très influencée par de nombreux facteurs qui viennent pondérer cette affirmation (5, 8). Le plus important concerne les prix mondiaux : l'aide alimentaire, car le prix des importations est nul, les prix subventionnés et les faibles prix pour les produits de basse qualité, sous-produits de la transformation dans les pays développés (qui sont importés au prix mondial).

Les échanges et les nouveaux accords de l'Omc vont contribuer à ouvrir les pays d'Afrique subsaharienne sur les marchés mondiaux en améliorant leur sécurité alimentaire. L'évolution prévisible de la demande, dans les grands bassins de consommation en particulier, devrait pousser à la régionalisation en s'inspirant du principe de subsidiarité et en tenant compte des avantages comparatifs de chaque pays, même si le plus souvent les organisations régionales n'ont jusqu'à maintenant pas été des modèles d'efficacité et si les unions douanières n'ont pas bien fonctionné.

Dans ces grands bassins d'approvisionnement, l'harmonisation des politiques sectorielles est une nécessité. Toute protection particulière des producteurs les écarte du contexte de concurrence et suscite la fraude à l'intérieur du bassin. Cette harmonisation va de pair avec un ajustement des parités monétaires, condition souhaitable pour une bonne coopération avec l'Europe. C'est pourquoi l'émergence ou le renforcement d'organisations régionales doit être encouragé. Pour ce faire, il convient de faciliter et d'aider à :

- la mise en place d'un système de protection des productions quand les importations internationales proviennent de pays à produits subventionnés, malgré la libéralisation du commerce qui doit rester la règle ;
- l'organisation de services à l'échelon régional (formation, recherche, *joint-venture* entre pays complémentaires) ;
- la circulation de l'information ;
- l'homogénéisation des législations portant sur les acteurs de la filière et les mesures tarifaires et non-tarifaires (si possible en supprimant les barrières) ;
- l'amélioration des collaborations administratives entre pays frontaliers ;
- les crédits à l'exportation et la standardisation des formalités à l'échelle régionale ou sous-régionale.

Si une meilleure gouvernance des Etats se développe, l'aide extérieure appuiera davantage l'intégration régionale qui supprimera une partie des rentes commerciales et introduira une certaine dose de protectionnisme. Cela paraît actuellement la seule voie pour éviter des tensions violentes à l'intérieur de ces espaces régionaux. La régionalisation du commerce renforcera la cohésion régionale, l'équilibrage des territoires, diminuera la dépendance à l'égard des marchés mondiaux et sera source d'économies liées à la proximité des Etats.

A l'échelle de la Cdeao (Communauté économique des Etats de l'Afrique de l'Ouest), la libre circulation des biens et des personnes, telle qu'elle avait été décrétée tout en étant restée bien souvent lettre morte, est de première importance pour la création de l'espace régional. L'étude sur l'avenir de l'Afrique de l'Ouest faite en 1994 pour

le club du Sahel montre que si les hommes se sont beaucoup déplacés dans l'espace régional, les échanges commerciaux ont été très limités au profit des échanges avec les marchés mondiaux, l'élevage étant une exception à cette observation. Si les pays de la zone répondaient aux mêmes normes que les autres pays dans le monde, le commerce intrarégional devrait y être quatre à cinq fois plus important que ce qu'il est aujourd'hui. En supposant qu'on se rapproche de ces normes en 2020, le commerce intrarégional devrait croître de 8 p. 100 par an et l'agroalimentaire bien davantage.

■ Reconnaissance du secteur informel

En Afrique, le soutien est systématiquement apporté à travers le système formel adapté aux institutions. Or, le système informel apporte l'essentiel des produits correspondant aux goûts et aux besoins du consommateur et à son pouvoir d'achat. Il est souvent la seule réponse à la pauvreté. C'est un maillon fondamental des filières d'amont et d'aval des produits animaux. Il paraît important de comprendre cette économie informelle, de la soutenir en légalisant son activité partout où ce sera possible et de trouver des mécanismes de financement des micro-entreprises de ce secteur. Son accompagnement est indispensable si l'on ne veut pas que le secteur se transforme en jungle par l'appropriation sauvage des richesses.

■ Acquis de la recherche

Le premier acquis réside sans aucun doute dans la meilleure maîtrise de la santé des animaux domestiques en région tropicale, condition nécessaire à la pérennité du cheptel et des productions animales. Les vaccins contre les principales grandes épizooties des espèces domestiques locales ont été mis au point, les campagnes de prophylaxies organisées, de nombreux laboratoires construits, équipés et les personnels formés. Les méthodes de lutte contre les vecteurs ont été élaborées et les diagnostics affinés.

Cet acquis essentiel n'est toutefois pas suffisant pour répondre aux exigences de l'accroissement des productivités individuelles et de la qualité des produits et aux changements indispensables des méthodes de production qui représentent le véritable défi de la première moitié du siècle prochain. La lutte contre les zoonoses devra être entreprise, ainsi que celle contre les maladies qui interdisent encore, dans de nombreuses régions, l'utilisation de programmes d'amélioration génétique basés sur l'introduction de gènes exotiques ou qui limitent le recours à des races locales performantes. Un important programme de recherche devra être lancé contre la peste porcine africaine qui rend tout à fait aléatoire le développement de la production porcine. De grands espoirs reposent, grâce à l'essor des biotechnologies sur la mise au point de vaccins contre certaines maladies transmises par des vecteurs.

Pour l'amélioration de l'alimentation du cheptel, des acquis importants ont été accumulés dans la connaissance des pâturages tropicaux. Les techniques d'observation par satellite permettent d'actualiser ces données et d'analyser l'évolution. Enfin des travaux de recherches en cours permettent une meilleure et durable exploitation des pâturages naturels et des jachères.

La satisfaction des besoins en protéines animales ne pourra se faire sans véritable révolution verte et sans utilisation rationnelle des résidus de récolte et des sous produits agro-industriels. Là encore la mise au point récente de techniques d'exploitations économiques des pâturages équatoriaux par une intensification des charges et les énormes possibilités de production des cultures fourragères pluviales ou irriguées apparaissent comme des acquis importants pour l'intensification des productions animales.

De très nombreuses approches ont été utilisées pour l'amélioration génétique des ruminants et des monogastriques. Les résultats obtenus

nus chez les bovins soulignent les difficultés de construire des programmes cohérents de sélection, d'amélioration des races tropicales par croisement et l'adaptation des races exotiques aux conditions tropicales. Les nombreuses expériences réalisées méritent une analyse globale. L'utilisation des techniques permettant une meilleure diffusion du progrès génétique (insémination artificielle, transfert d'embryons) est en cours d'être maîtrisée en zone tropicale. La mise en place d'une véritable politique d'amélioration génétique adaptée aux possibilités et aux besoins réels des productions animales en régions tropicales devrait bénéficier à la fois des expériences passées et des succès obtenus dans d'autres conditions écologiques. En dehors de quelques rares sites propices aux races exotiques, les politiques génétiques d'infusion, privilégiant le plus souvent une stratégie commerciale à court terme, sont vouées à l'échec.

Les travaux de recherches réalisés permettent de rester optimiste sur les potentiels des filières animales tropicales, mais il ne fait aucun doute qu'elles devront être réorientées pour mieux intégrer la nécessité d'une intensification adaptée et qu'elles devront prendre en compte les espèces à cycles courts (notamment en visant les petits élevage délaissés par le privé), seules capables d'assurer un taux de croissance de production adapté à l'évolution de la demande.

■ VERS L'INTENSIFICATION OBLIGATOIRE DE LA PRODUCTION

Les productions animales vont continuer à occuper les espaces non utilisés par l'agriculture, mais la pression sur les terres agricoles nécessitera que le rapprochement entre les deux activités s'accélère, ouvrant la voie à une certaine intensification.

Organisation des professionnels : premier facteur d'intensification

L'intensification nécessitera une organisation solide des différents acteurs de la filière et d'abord des éleveurs pour les principaux aspects suivants :

- la gestion du foncier. Sans règlement du problème foncier, aucune intensification des parcours ne peut être mise en place de façon durable ;
- l'achat des intrants ;
- le recours au crédit ;
- la mise en marché de la production en relation avec des organisations des acteurs en aval de la filière, une meilleure organisation des marchés, notamment par leur transparence (de très gros progrès sont à faire en matière d'information) ;
- l'élaboration d'une politique macroéconomique favorable aux agents de la filière, comme la protection des producteurs contre le dumping, organisations de marchés régionaux sans barrières excessives aux mouvements des produits.

En Afrique subsaharienne, les associations d'agriculteurs, les associations de coopératives, les organisations de commercialisation, les chambres de commerce, les organisations professionnelles sont très peu développées. Les éleveurs n'ont pratiquement aucune influence sur l'élaboration des projets de développement, sur la recherche, sur la vulgarisation et sur la formation. Il est évident que de nombreuses synergies et rétroactions naîtraient d'une meilleure coopération entre tous les acteurs.

Toutefois, depuis une vingtaine d'années, les organisations professionnelles de base se sont multipliées au sein des filières d'élevage.

En Afrique de l'Est, on trouve de bons exemples de développement de la production laitière qui ont réussi grâce aux associations de producteurs et qui ont permis au Kenya et au Malawi, par exemple, de collecter le lait dans des bassins de 150 km.

En Afrique de l'Ouest, de très nombreux essais de groupements d'éleveurs mènent des actions dans les domaines suivants :

- santé animale (approvisionnement et diffusion des produits vétérinaires) ;
- production (approvisionnement en aliments, en reproducteurs ou réalisation d'opérations d'embouche) ;
- commercialisation des animaux, transformation et vente des produits animaux ;
- gestion de l'espace pastoral et des infrastructures.

Ce mouvement de structuration indispensable prend de l'ampleur dans de très nombreux pays au bénéfice du développement durable de l'élevage et de l'amélioration du revenu des acteurs de la filière. Aussi, les organisations politiques ont naturellement tendance à récupérer ou à susciter ces organisations d'éleveurs, donnant parfois une image ambiguë à ce mouvement coopératif.

Privatisation

L'organisation des professionnels sous-entend qu'ils prennent en main bon nombre d'activités réalisées par l'Etat, c'est la privatisation. A partir de 1960, les pays d'élevage ont développé leurs exportations par des filières bien organisées dans lesquelles les Etats se sont peu à peu introduits, voyant là une source de revenus. Mais ces étatisations ont fait faillite et le retour au privé s'opère progressivement. On assiste maintenant à une structuration du privé qui prend de plus en plus de poids face aux Etats. La compétition s'installe à la place des monopoles et des oligopoles par suite de l'ouverture internationale et de l'évolution interne des sociétés. Elle pénètre les secteurs traditionnels et informels et engendre une professionnalisation.

La fixation des prix théoriquement favorable aux consommateurs pauvres a été le plus souvent contournée sur des marchés parallèles bénéficiant en priorité aux classes aisées. Les étatisations de sociétés de services (sociétés pharmaceutiques d'approvisionnement, abattoirs, sociétés d'exportation...) et encore plus de sociétés de production (lots d'engraissement, fermes...) se sont le plus souvent soldées par des échecs. La production a bien été subventionnée, notamment par le biais de la gratuité des services vétérinaires, mais cette gratuité n'a pas permis de satisfaire la demande et a entraîné le dépérissement des services par manque de moyens. La gratuité des services, les excessives réglementations et le manque de moyens ont abouti à de nombreuses taxes sauvages parallèles.

La séparation des fonctions entre l'Etat et le secteur privé peut être résumée par une formule simple : à l'Etat les fonctions régaliennes de contrôle et d'incitation, au privé les fonctions de production, de commercialisation et de transformation.

Le mouvement de privatisation a été engagé depuis plus de dix ans. La réduction des dépenses d'investissement et de fonctionnement des services vétérinaires a abouti, dans quelques pays, à une paralysie partielle et progressive des possibilités d'intervention du secteur public avec pour conséquence le risque de voir réduits à néant les efforts consentis pour l'amélioration de la protection sanitaire du cheptel depuis un demi-siècle.

Les interventions de l'Oua/Ibar (Organisation pour l'unité africaine/Bureau interafricain pour les ressources animales) au travers des projets Parc (Campagne panafricaine de lutte contre la peste bovine) et des bailleurs de fonds ont permis d'éviter cette catastrophe.

trophe. Elles ont, à juste titre, encouragé la privatisation des activités vétérinaires pour, entre autres objectifs, permettre une meilleure réalisation des campagnes de vaccination. Cette privatisation s'accompagne de la prise en charge progressive par les éleveurs du coût de la prophylaxie obligatoire, des médicaments et de l'intervention des vétérinaires. Dans la réalité, la participation des éleveurs au coût des vaccinations est effective depuis plusieurs années. Elle a apporté à divers services les moyens de réaliser les campagnes et aux agents un complément de revenu permettant de pallier partiellement aux réductions de salaires ou aux retards de règlements. Les exemples de campagnes de vaccination réalisées par les privés (Guinée, République centrafricaine...) montrent que le coût global de la vaccination est moindre lorsqu'elle est conduite par le privé et que les éleveurs ont un degré de satisfaction supérieur.

La privatisation des professionnels de l'élevage entraîne une sécurité d'approvisionnement en médicaments pour les éleveurs et une amélioration de la santé, mais elle doit faire l'objet d'un contrôle important de la part des services vétérinaires publics. Toutefois, l'intérêt que trouvent quelques fonctionnaires pour la pratique rémunérée de la médecine vétérinaire reste un frein à la mise en place rapide du processus de privatisation.

La comparaison du nombre de vétérinaires privés et publics entre les divers pays montre de grandes différences entre les pays : plus de 80 p. 100 de vétérinaires privés en Afrique du Sud et pratiquement 0 p. 100 en Ethiopie. Une évolution certaine transparaît néanmoins.

Un consensus se dégage sur les principaux points suivants :

- l'importance d'établir des directives de privatisation, définissant et clarifiant les rôles de l'Etat et du secteur privé ;
- la nécessité d'adaptation des législations nationales sur la pharmacie vétérinaire et la santé publique ;
- l'importance des mesures de soutien techniques et financières au démarrage des cabinets privés. L'attribution du mandat sanitaire apparaît essentielle pour permettre de réaliser un chiffre d'affaires suffisant. L'adaptation des formations et les spécialisations à l'élevage des monogastriques doivent être prise en compte.

Les organisations professionnelles (ordre, syndicats des vétérinaires privés, groupements de producteurs...) doivent jouer un rôle important dans la réussite des cabinets de même que les cellules d'appui mises en place avec le soutien des bailleurs de fonds. L'intensification des systèmes de production permettant un accroissement du revenu des producteurs est un facteur favorable au processus de privatisation. Les cabinets vétérinaires devraient jouer un rôle déterminant dans l'accroissement de la productivité des élevages.

La privatisation des structures de production ne se met en place que lentement. Les structures de production dépendant des sociétés d'Etat présentent souvent une absence de rentabilité. Les structures bancaires permettant le financement par le secteur privé se montrent réticentes. Les secteurs avicoles, porcins et laitiers apparaissent les plus intéressants. Pour les abattoirs, la doctrine est encore mal définie ; ce point est analysé plus en détail ci-dessous.

Problème foncier

Les systèmes pastoraux utilisent le plus souvent des « communs », c'est-à-dire des ressources collectives. La gestion de ces ressources pose parfois de sérieux problèmes compte tenu des aléas climatiques et de l'augmentation des effectifs et donc des charges animales. L'évolution de ces systèmes pastoraux est difficile en raison de leur fort ancrage social, culturel et historique, mais aussi en

raison de leur enclavement dans des zones souvent peu équipées et difficiles d'accès et surtout de l'intervention de nouveaux acteurs peu soucieux des règles communautaires (nouveaux propriétaires absentéistes, aménageurs...). Elle se fera par consensus progressifs entre professionnels et législateurs.

Dans les systèmes où l'élevage cohabite avec l'agriculture, les systèmes devraient évoluer vers plus de reconnaissance des droits individuels qui, seule, permettra les investissements nécessaires à l'intensification. L'absence de sécurité foncière reste la contrainte majeure à l'amélioration des ressources fourragères des parcours et de leur gestion.

Epargne et crédit

Il est important, pour remédier à cette forme de thésaurisation du bétail que pratiquent les éleveurs, non seulement pour des raisons sociales, d'épargne, mais aussi comme garantie contre les risques de l'environnement (sécheresse, épizooties), d'étudier les moyens de leur apporter d'autres formes de garantie plus sûres et plus modernes.

On pourrait étudier la mise en place d'un système de crédit mutuel géré par les associations de professionnels et chargé de la collecte de l'épargne et de la distribution du crédit aux opérateurs locaux de la filière : bouchers, commerçants en bétail. Une telle opération réussie devrait permettre de régulariser les approvisionnements dans le temps et de faire entrer définitivement les producteurs de bétail dans l'économie de marché. Toute organisation professionnelle apportant sa garantie est essentielle à la bonne marche du système ainsi qu'une bonne visibilité du processus de production, de sa rentabilité et de ses risques. Dans les systèmes traditionnels, le crédit ne se développe pas par suite des risques élevés et des coûts élevés pour obtenir des renseignements fiables sur la production. Des systèmes comme la Banque populaire du Bangladesh qui investit environ 50 p. 100 de ses crédits dans l'élevage chez les plus pauvres avec des taux de recouvrement avoisinant 100 p. 100 ou la Bkk (Badan Kredit Kecamatan) en Indonésie pourraient être étudiés pour examiner leur possible transfert à l'Afrique.

Prix des produits animaux : facteur essentiel de l'intensification

L'intensification ne sera possible que si les prix le permettent. Or, les moyennes des prix au kilogramme des viandes et des céréales importées en Afrique étaient les suivantes, selon les données de l'annuaire du commerce de la FaO/Oaa pour 1994 :

- viande de bovin = 1,35 dollars américains ; d'ovin = 2,60 \$; de porc = 1,61\$; de volaille = 1,13 \$;
- maïs = 0,148 \$; blé = 0,140 \$.

En prenant de très larges coefficients de transformations de céréales en viandes (18 pour les ruminants, 5 pour les porcs et 3 pour les volailles), on s'aperçoit que 1 kg de viande produit à partir de céréales revient au minimum à 2,52 \$ pour les bovins et les ovins (0,14 \$ x 18) à 0,7 \$ pour les porcs et à 0,42 \$ pour les volailles. Si l'on admet un coût d'alimentation égal à 70 p. 100 du coût total, les coûts de productions de la viande sont de 3,60 \$ pour les bovins et les ovins, de 1 \$ pour les porcs et de 0,60 \$ pour les volailles. Bien entendu ce calcul est sommaire, il montre néanmoins qu'on ne peut pas produire de viandes de ruminants à partir de céréales importées mais que l'on a intérêt à acheter des céréales sur le marché mondial et à produire de la viande de porc et encore plus de la viande de volaille sur place plutôt que d'importer de la viande congelée. Toutefois, le prix des transports et le régime douanier à l'importation peuvent modifier cette affirmation. Cette production locale a en plus l'avantage de créer de la valeur ajoutée

dans les pays producteurs et donc de développer l'économie et de créer des emplois. Ce raisonnement ne doit pas empêcher l'étude de politiques céréalières nationales ou régionales et le lancement de recherches sur les plantes à hauts rendements (manioc et autres tubercules) avec leur vulgarisation.

Infrastructures

Abattoirs

Les volumes de produits animaux traités vont continuer à augmenter, la densité des populations dans les villes également et la pression des médias vers une meilleure qualité des produits va s'amplifier. C'est pourquoi la remise en état où la construction d'infrastructures terminales revêtira plus d'importance qu'aujourd'hui. C'est particulièrement vrai pour les abattoirs où la qualité de la gestion aura tout autant d'importance que la qualité des infrastructures. Pour faire face aux exigences d'hygiène et de croissance des populations, la plupart des abattoirs et des installations d'abattage devront réaliser des investissements parfois très importants pour leur réhabilitation ou leur reconstruction.

L'autonomie financière est une nécessité. La question de savoir si l'abattoir doit être géré par des privés ou par le secteur public n'est pas encore tranchée. Il est certain que le contrôle de qualité relève du secteur public mais sa gestion n'est pas efficace. L'orientation de la gestion par des comités interprofessionnels associant les communautés urbaines est une initiative à encourager. La rentabilité des structures privées d'Afrique australe serait difficile à retrouver dans d'autres zones car seuls les volumes traités, leur qualité et leurs transformations (désossage, voire préparation) permettent la rentabilité qui, à son tour, favorise les contrôles d'hygiène et de qualité très stricts.

La réhabilitation des abattoirs aura pour premier objectif d'abattre les animaux dans des conditions sanitaires satisfaisantes et d'améliorer l'hygiène alimentaire de la population. L'existence d'un abattoir moderne et bien géré favorisera la transformation des autres maillons de la filière. Cette amélioration des abattoirs profitera aux différents groupes socioprofessionnels car, autour de l'abattoir, devrait se constituer un marché pour le bétail vivant dont la transparence devrait profiter à la filière.

La construction d'abattoirs secondaires dans les grandes villes de l'intérieur et d'aires d'abattage revêt aussi de l'importance mais présente un caractère souvent moins prioritaire que pour les abattoirs de la capitale.

Aujourd'hui, malgré les efforts entrepris pour remettre en état les abattoirs dans différents pays, la plupart de ces derniers ne pourront pas exporter, tant que les conditions sanitaires des animaux et les conditions d'abattage ne seront pas satisfaisantes. Le surcoût à la construction entre un abattoir frigorifique destiné à l'exportation et un abattoir non-frigorifique destiné à la consommation locale peut être estimé à 40 p. 100 du coût global. Au-dessous d'un seuil de 3 000 t de carcasses exportées par an, un abattoir/atelier de découpe de ce type ne semble pas pouvoir être rentable pour l'exportation.

La localisation des abattoirs qui devront être construits ne peut être envisagée en zone de production que si les conditions de transport (route ou rail) des carcasses sous froid sont satisfaisantes. D'autres facteurs militent encore pour la construction en zone de consommation :

- les Africains sont habitués à consommer de la viande « chaude », abattue quelques heures auparavant ;
- la construction en zone de production entraînerait une augmentation du prix de la viande. Actuellement, le prix de revient moyen

de l'abattage dans les capitales africaines est de l'ordre de 40 à 50 Fcfa/kg de carcasses (0,08 \$). Ce coût serait fortement majoré, car il faudrait y rajouter le coût de fonctionnement d'installations et des transports frigorifiques sur parfois quelques centaines de kilomètres ;

- la difficulté de valoriser le cinquième quartier contribuerait aussi à augmenter le prix de la viande.

Laiteries

Après les années 70, grâce à l'aide alimentaire, notamment Pam (Programme alimentaire mondial), ont été créées de nombreuses unités de laiteries (au moins une par pays). Les créations d'usines basées essentiellement sur le lait reconstitué à partir de la poudre ont presque cessé. Il faut dire que la plupart des unités fonctionnaient à perte, n'utilisant qu'une faible partie (inférieure à 50 p. 100) de leur potentiel de production et que leur fonctionnement n'était permis que par la faiblesse des prix de la poudre de lait voire à sa gratuité. Ces unités ont eu un certain impact, même s'il a été limité sur le développement de la production laitière. Elles sont les seules à pouvoir offrir un débouché à la production de grands élevages ou d'élevages « modernes » périurbains et permettent, grâce à la fabrication de lait Uht, de faire du stockage, palliant la cyclicité de la production. L'adaptation des produits, des volumes de commercialisation et des emballages à la demande solvable reste un problème important. A ce niveau, les problèmes de qualité sont rares.

L'Afrique subsaharienne possède peu d'industries laitières. La transformation industrielle porte sur le lait liquide, le plus souvent pasteurisé, puis sur des fromages et des produits frais (yaourts, beurre, laits fermentés). L'industrie travaille pour la plus grande partie avec des matières premières importées, poudre de lait entier ou écrémé en vrac. Les coûts de la transformation pour obtenir des produits standard des pays développés sont très élevés et les produits n'atteignent pas la masse des consommateurs. C'est pourquoi il est souvent préférable d'augmenter la production villageoise avec des petites laiteries, des fromageries et des conditionnements adaptés au pouvoir d'achat et aux goûts des consommateurs. Dans les mini-laiteries, les deux principaux problèmes sont le contrôle de la qualité, notamment l'hygiène du lait transporté, et celui de la rentabilité de l'exploitation.

Il faut souligner l'explosion actuelle des unités privées de transformation de 10 à 90 000 litres de lait par jour dans divers pays (pays de l'Igad et de l'Afrique australe en particulier), très favorables au producteur et au développement de la production laitière.

Encadrement et formation

Il est urgent que la formation à tous les niveaux s'adapte à ce que sera la filière de demain. L'intensification et la spécialisation des élevages se développent mal par manque de spécialistes. Les éleveurs deviennent de plus en plus techniciens et souvent connaissent mieux leur métier que les professionnels chargés de les conseiller ; c'est particulièrement vrai pour les productions laitières, porcines et avicoles. L'intensité de la demande et l'urbanisation vont poser des problèmes de changement d'échelle dans les approvisionnements ; la pollution et encore plus l'hygiène deviendront des contraintes majeures (10). Très peu de spécialistes de ces questions existent en Ass. Les nouvelles règles de l'Omc s'appliqueront de plus en plus en Ass. La manière dont les règles, principalement sanitaires, sont appliquées est essentielle. Les importateurs donnent la priorité à la fiabilité et à la crédibilité des services qui délivrent les certificats; la formation de leur personnel est donc le point clé.

L'intensification impose des coûts de production beaucoup plus importants qu'actuellement. A tous les niveaux, la gestion et les

conseillers en gestion devront faire partie des cursus, d'autant que l'ouverture des marchés imposera aux filières de compresser les coûts à tous les niveaux si elles veulent rester compétitives.

Ces nouvelles orientations de la formation doivent se faire dès l'enseignement secondaire pour les agriculteurs et les éleveurs en y incluant des formations professionnelles, sans oublier les stages et les formations sur le tas. Au niveau universitaire, les spécialisations et les nouvelles orientations doivent être mises en œuvre sans attendre et devront se rapprocher des problèmes du développement.

La qualité en matière de vulgarisation sera un critère de plus en plus important car l'évolution des systèmes de production va être de plus en plus rapide. La vulgarisation devra transmettre les nouvelles technologies et se spécialiser, ce qui, d'ailleurs, est un meilleur gage de réussite qu'une vulgarisation éparpillée sur tous les sujets, comme le montre le succès des projets laitiers en Afrique de l'Est. La vulgarisation devrait avoir de meilleurs liens avec la recherche scientifique pour la réorienter sur des problèmes pratiques et favoriser le système de rétroactions. La recherche scientifique devrait produire plus de publications utilisables par la vulgarisation.

■ CONCLUSION : QUELLES PRIORITES POUR LE DEVELOPPEMENT DES FILIERES ?

Le tableau V montre l'importance du déficit en produits animaux à prévoir. Les auteurs ont recherché la manière la plus rationnelle et la plus opérationnelle de le combler.

Dans une approche qui prend en compte les taux de croissance du marché et de la part des marchés des différents produits (les viandes de bovins, de petits ruminants, de porcs, de volailles, les produits laitiers, les œufs). Les viandes des espèces non-spécifiques (camelins, gibier, asins) ont été considérées avec une croissance nulle, les principales conclusions pour l'Afrique subsaharienne en général sont les suivantes :

- les productions de viandes bovines et de petits ruminants doivent être maintenues car elles représentent 66 p. 100 de la part de marché de la viande en 1994 et en représenteront encore 37 p. 100 en 2020, mais leur croissance est faible. Ce sont les « vaches à lait » des productions animales africaines d'autant que la viande n'est que l'un des nombreux produits des filières ruminants. Il est probable que les petits ruminants dont le taux d'exploitation n'a augmenté que de 0,2 p. 100 par an depuis 1964 par suite d'une très faible action en matière de santé animale ont le potentiel d'accroissement le plus fort ;

- les volailles peuvent être considérées comme les produits vedettes des années futures (part de marché importante et très forte croissance) ;

- les productions porcines ne feront l'objet que de créneaux spécifiques tant que le problème de la peste porcine africaine ne sera pas réglé ;

- les produits laitiers représentent les protéines animales les plus consommées (un tiers des parts de marché des protéines animales) avec un taux de croissance qui reste modeste mais supérieur à la production de viande bovine. C'est sans aucun doute une production sur laquelle il faut investir, notamment pour l'approvisionnement des populations urbaines.

Ces conclusions concernant l'Afrique subsaharienne sont très variables selon les régions et les pays, elles ne peuvent donc être que générales. Dans les priorités à déterminer au niveau d'un Etat, des contraintes et atouts des filières, il devra être tenu compte de la

formation du Pib de l'élevage. Ainsi la viande de volaille représente 13 p. 100 de la part de marché des protéines animales avec seulement 7,9 p. 100 du Pib, alors que la viande bovine avec 21 p. 100 de la part de marché contribue pour 25 p. 100 au Pib. Les facteurs de production sont en effet relativement plus élevés pour les volailles que pour les bovins. La méthode d'analyse proposée (12) est appliquée aux divers produits d'une même région d'intervention mais ne permet pas de distinguer les types de filières à privilégier (villageoise, moderne, rurale, périurbaine), ni de donner une priorité aux différents produits qui peuvent composer une même filière (pour la filière laitière la gamme de produits est large : lait frais, lait caillé, yaourts, beurre, crème, fromage).

De la même façon, les impératifs politiques de développement ne sont pas pris en compte : nécessité d'agir dans telle région plutôt que dans telle autre, importance à donner à la pauvreté (élevage villageois plutôt qu'unités de productions modernisées), importance à donner à la promotion des femmes... Toutes ces considérations seront prises en compte lors de la préparation des projets de développement qui seront l'application des grandes lignes stratégiques définies précédemment.

BIBLIOGRAPHIE

1. FAO, 2000. Annuaire de la production 1999. Rome, Italie, Fao, 246 p. (vol. 53)
2. FAO, 1996. Le marché mondial de la viande : situations et perspectives 1995. Rome, Italie, Fao.
3. FAO/COMITE DES PRODUITS/GROUPE INTERGOUVERNEMENTAL SUR LA VIANDE, 1996. In : Obstacles techniques à l'importation de bétail et de viande en provenance de pays en développement et progrès accomplis en ce qui concerne leur réduction en vertu des dispositions de l'Uruguay Round, Bologne, Italie, 8-10 mai 1996. Rome, Italie, Fao.
4. FAO, 1996. Rapport de la seizième session du groupe intergouvernemental sur la viande, Bologne, Italie, 8-10 mai 1996. Rome, Italie, Fao, 13 p.
5. MINISTERE DE LA COOPERATION, 1996. La relance du secteur élevage dans les pays de la zone franc après dévaluation. Rapport d'étude. Paris, France, ministère de la Coopération, 107 p.
6. OCDE, 1995. Le cycle d'Uruguay : évaluation préliminaire des conséquences de l'accord sur l'agriculture dans les pays de l'Ocde. Paris, France, Ocde, 106 p.
7. ROLLAND J.P., 1994. Impact de l'accord de Gatt et de la réforme de la Pac (le cas du marché eurafricain de la viande bovine). Paris, France, Solagral, 182 p.
8. SARNIGUET J., 1990. Effets des importations de viandes du marché mondial sur les échanges de la région Afrique de l'Ouest et centrale 1970/1987. In : Réseaux stratégies alimentaires. Documents du groupe « Elevage ». Paris, France, Solagral.
9. SNRECH S., DE LATTRE A., 1994. Pour préparer l'avenir de l'Afrique de l'Ouest : une vision à l'horizon 2020. Synthèse de l'étude des perspectives à long terme en Afrique de l'Ouest. Paris, France, Ocde/Club du Sahel, 67 p. (Etude des perspectives à long terme en Afrique de l'Ouest)
10. STEINFELD H., DE HAAN C., BLACKBURN H., 1999. Elevage et environnement : à la recherche d'un équilibre. Rome, Italie, Fao, 115 p.
11. TACHER G., LETENNEUR L., 1999. Le secteur des productions animales en Afrique subsaharienne des Indépendances à 2020. I. Place de l'Afrique subsaharienne dans les échanges mondiaux et évolution du secteur élevage. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 52 : 279-290.
12. TACHER G., LETENNEUR L., 2000. Le secteur des productions animales en Afrique subsaharienne des Indépendances à 2020. II. Approche des échanges par zones sous-régionales. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 53 : 27-36.

Reçu le 15.09.98, accepté le 21.12.99

Summary

Tacher G., Letenneur L. Livestock Sector in Sub-Saharan Africa, from the Independences to 2020. III. Demand and Supply Projections for Year 2020 and Suggested Responses to the Necessary Development of Animal Husbandry

Trends in animal production between 1964 and 1994 indicate a decrease in available proteins per inhabitant per day and the small share that sub-Saharan Africa (SSA) holds in the world market of animal products. Projections from 1994 to 2020 were calculated upholding today's consumption levels, integrating population growth, city expansion and households' income levels. Global meat consumption should increase by 3.9% per year, that of dairy products and eggs by 3.3%. Depending on available animal feed resources, supply could multiply by 1.3, 4.25, 1.75 and 3.1 the production of red meat, white meat, milk and eggs, respectively. Several types of consumption were observed according to the subregion and the amount of animal proteins consumed per inhabitant per day varied greatly, from 4.2 g in the Central zone to 13.8 g in the IGAD (Intergovernmental Authority on Drought) zone. The consumption evolution by products shows a high increase in white meat consumption in most zones. This global assessment of the supply evolution may seem pessimistic. It should not minimize the actions already taken. In thirty years, meat production has more than doubled and dairy production has been multiplied by 1.8. To anticipate the demand in one generation, i.e. in 2020, three factors that highly affect its growth must be considered: population growth, urbanization and the rise of living standards. The authors formulate the hypothesis that individual consumption of animal products cannot continue to drop in SSA where undernourishment is already present. The factors affecting the supply evolution concern world trade agreements and evolution factors within SSA (regionalization...). In conclusion, it appears that animal productions should be intensified following the organization of specialists, privatization, infrastructures...

Key words: Animal production – Feed consumption – Trend – Demand – Supply – Growth factor – Africa south of Sahara.

Resumen

Tacher G., Letenneur L. El sector de las producciones animales en África subsahariana desde las Independencias hasta 2020. III. Prospección de la demanda y de la oferta para 2020 vías de respuesta para el desarrollo necesario de la cría

La evolución de las producciones animales de 1964 a 1994 muestra una disminución de las proteínas disponibles por habitante por día. Muestra igualmente una pequeña parte de África subsahariana (Ass) en el mercado mundial de los productos animales. La prospección de 1994 a 2020 fue hecha en función de un mantenimiento del nivel de consumo actual, del crecimiento demográfico, del desarrollo de las ciudades y del nivel de ingresos de las familias. Esta muestran que el consumo global de carnes debería crecer de 3,9 % por año, el de los productos lácteos y huevos de 3,3 %. La oferta, en función de los recursos alimenticios disponibles para la alimentación de los animales, podría multiplicar por 1,3 la producción de carnes rojas, por 4,25 la de carnes blancas, por 1,75 la producción de leche y por 3,1 la de huevos. Los consumos examinados por sub regiones indican varios tipos de consumo y una gran diversidad en las cantidades de proteínas animales consumidas por día y por habitante, de 4,2 g en la zona central a 13,8 g en la zona de Igad (Intergovernmental Authority on Drought). Las evoluciones en los consumos, según los productos de origen, muestran un fuerte aumento de las carnes blancas en los regímenes, en la mayoría de las zonas. Este balance general de la evolución de la oferta puede parecer pesimista. No debe ocultar los esfuerzos llevados a cabo. En 30 años, las producciones de carne han aumentado más del doble y los productos lácteos se han multiplicado por 1,8. Con el fin de prever la demanda de la próxima generación, es decir para 2020, fueron retenidos tres factores que influyen grandemente el crecimiento: la demografía, la urbanización y el aumento en el nivel de vida. Se emite igualmente la hipótesis según la cual, el consumo individual de productos animales en África subsahariana, en donde la sub nutrición se encuentra presente, no puede continuar a disminuir. Se revisan los factores de evolución que condicionan la oferta: conciernen los acuerdos mundiales sobre el comercio y sobre factores propios a l'Ass (regionalización...). En las conclusiones, se desarrolla la obligación de intensificar las producciones animales y se revisan también los factores necesarios: organización de los profesionales, la privatización, las infraestructuras...

Palabras clave: Producción animal – Consumo de piensos – Tendencia – Demanda – Oferta – Factor de crecimiento – África al sur del Sahara.

Le dilemme de l'élevage ovin extensif dans les régions élevées du nord-ouest, semi-aride tunisien

M. Rekik ^{1*} M. Mahouachi ¹ M. Gharbi ²
W. Attia ³ L. Medhioub ¹

Mots-clés

Ovin - Céréale - Elevage extensif - Production animale - Climat semi-aride - Tunisie.

Résumé

Deux sites de montagne à bioclimat semi-aride du nord-ouest de la Tunisie ont été choisis afin de caractériser les systèmes extensifs de production ovine. Les systèmes de production rencontrés ont été de type sédentaire, étroitement liés à la production céréalière ; l'usage des parcours a disparu au profit d'une extension de la culture d'orge accompagnée d'une utilisation de jachères sur des terres en pente de faible fertilité. De plus en plus confinés sur des espaces réduits, les troupeaux, en général de petite taille, étaient tributaires de stratégies alimentaires peu efficaces et étaient caractérisés par de faibles performances technico-économiques. Cet élevage était en outre handicapé par le soutien financier très précaire des agriculteurs-éleveurs, eux-mêmes vulnérables vis-à-vis des conditions climatiques et économiques. Face à des difficultés d'extension dans l'espace ou d'augmentation des effectifs, l'élevage ovin dans ces zones a été confronté à la nécessité d'accroître sa productivité. Des recommandations qui tiennent compte du contexte technico-économique particulier des exploitations agricoles de la zone sont proposées.

■ INTRODUCTION

Les systèmes de production des petits ruminants dans l'étage bioclimatique semi-aride, fortement soumis aux effets des changements de l'environnement socio-économique et des restructurations foncières font face à des défis très importants comme le maintien du niveau de production, la rentabilisation des investissements publics en aménagements sylvo-pastoraux et la valorisation d'une incorporation de plus en plus grande de céréales secondaires et de sous-produits de meunerie dans la ration des animaux. Dans ces systèmes, les ovins sont une composante non dominante qui s'intègre aux systèmes de production agricole (5, 12). Ils assurent ainsi plus de stabilité au revenu des agriculteurs, ajoutent plus de souplesse quant au choix des options de gestion du système de production et représentent un signe extérieur du statut social au sein de la société rurale.

1. Laboratoire de production animale, Ecole supérieure d'agriculture du Kef, 7100 Le Kef, Tunisie

2. Laboratoire d'informatique et de statistiques, Ecole supérieure d'agriculture du Kef, 7100 Le Kef, Tunisie

3. Agence nationale pour la protection de l'environnement, 12 rue du Cameroun, 1002 Belvédère, Tunisie

* Auteur pour la correspondance

Tél. : 216 8 223 086 ; fax : 216 8 223 137 ; e-mail : rekik.mourad@iresa.agrinet.tn

Dans les régions semi-arides de montagne du nord-ouest de la Tunisie, les opportunités de revenus en dehors de l'agriculture sont très rares. La dégradation de la forêt et une croissance démographique soutenue ont entraîné une demande accrue en terres pour les cultures et l'élevage. Cette ressource de base dont la fragilité est grande, constitue une contrainte à l'intensification de l'agriculture. Ceci est d'autant plus vrai que la faible et variable réponse aux investissements rend leur utilisation financièrement risquée. Face à ce contexte, les agriculteurs-éleveurs de la zone de l'étude, qui œuvrent selon des stratégies très individualistes, se trouvent pris dans un cercle vicieux. S'ils persistent dans les modes de production actuels caractérisés par une tendance croissante à établir des cultures permanentes sur des terres marginales très fragiles et à accroître la pression animale, ils détruiront les bases d'une agriculture durable (à moyen et à long termes). Les formes extensives de production des ovins, autrefois à la base de l'agriculture de ces régions, se trouveraient ainsi menacées.

La présente étude, réalisée sur deux sites des régions d'altitude du nord-ouest semi-aride, a tenté d'aborder les systèmes de production des ovins par une description de l'environnement, une identification des contraintes et en proposant des mesures praticables dans le contexte particulier des exploitations ciblées.

■ ZONE DE L'ETUDE ET METHODES UTILISEES

La présente étude a été réalisée dans le nord-ouest de la Tunisie dans les zones administratives du Kef et de Kasserine caractérisées par un bioclimat semi-aride (figure 1). Elle a concerné deux sites à haute altitude et distants d'environ 50 km, localisés à la jonction des deux zones. Les deux sites, Ezzitouna dans la zone du Kef et Thala dans celle de Kasserine, se trouvent sur un grand carrefour de circuits de commercialisation des ovins reliant d'importants regroupements urbains au nord et au sud. Des débouchés plus lointains pour les ovins sont aussi recherchés, notamment à Tunis.

La zone de l'étude était historiquement un foyer de sédentarisation pour les anciennes communautés pastorales du nord (Jbelia) et du centre-ouest (Ayar). Aujourd'hui, elle est devenue un réservoir de départ vers le milieu urbain environnant. Dans la localité d'Ezzitouna, qui compte environ 4 500 habitants, plus de 100 familles ont définitivement quitté la région pendant la dernière décennie et 200 ouvriers la quittent temporairement chaque année à la recherche d'un emploi.

La localité d'Ezzitouna ne disposant pas d'une station météorologique, les auteurs ont eu recours aux données enregistrées depuis une trentaine d'années dans la station la plus proche située au Ksour à 11 km. La température moyenne annuelle dans cette localité est de 16,4 °C avec de très larges amplitudes thermiques

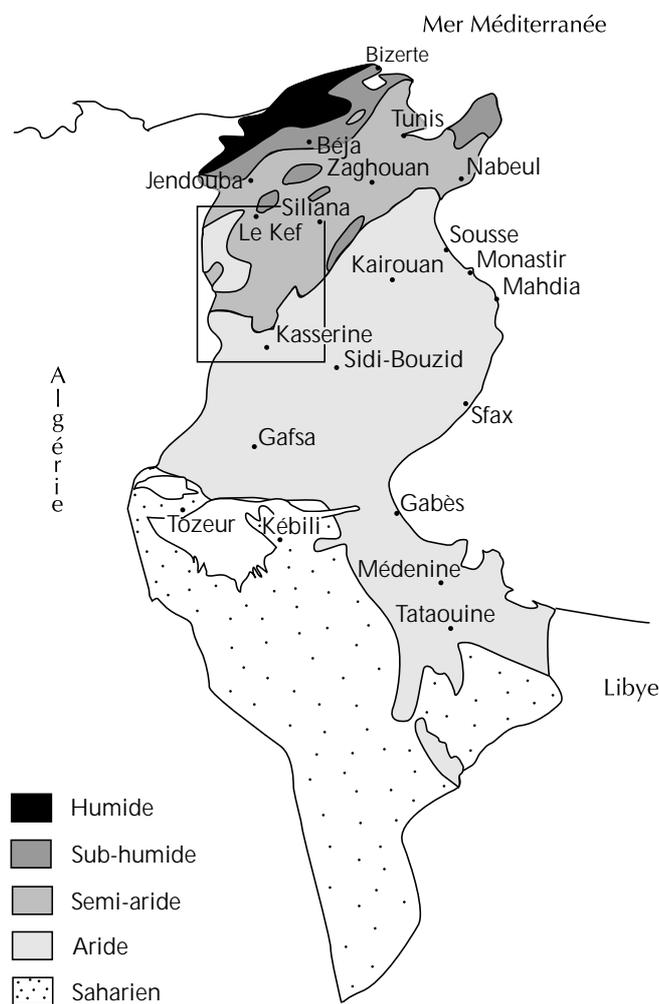


Figure 1 : carte des étages bioclimatiques en Tunisie avec en encadré une délimitation approximative de la zone de l'étude.

(35 °C en été et -8 °C en janvier). L'évaporation représente près de 1 384 mm par an. Sur toute la zone de l'étude, la pluviométrie moyenne annuelle est de 400 mm avec des variations interannuelles de pluviosité considérables qui sont responsables de disettes périodiques et imprévisibles et qui constituent un obstacle à toute intensification soutenue des productions animales.

Le diagramme ombrothermique (figure 2) permet de situer la période de végétation active à l'aide d'une échelle où la quantité de pluie, exprimée en millimètres et divisée par deux, doit être supérieure à la température moyenne exprimée en degrés Celsius (1). Calculée de cette façon, cette période est de sept mois à Thala (de janvier à mai et de novembre à décembre). Dans la zone de l'étude, région élevée et continentale, les gelées matinales sont fréquentes du mois de novembre jusqu'en avril et doivent être prises en considération car ces nuits glaciales réduisent la croissance de l'herbe et entravent les cultures de primeurs et l'arboriculture.

Les différents types de sols relevés dans la zone de l'étude ont été :

- des sols minéraux bruts de type lithosol sur calcaire situés en altitude et des sols lithiques sur poudingue calcaire qui ne peuvent être mis en valeur que par reboisement et par plantation de réserves pastorales après un aménagement anti-érosif ;
- des sols calcimagnésiques rendziniiformes et bruns calcaires à pente relativement douce et convenant aux cultures fourragères annuelles ;
- des sols peu évolués d'apport alluvial et colluvial dont l'extension est très limitée aux bas-fonds, aux abords des ravins et des cours d'eau. Ce sont les meilleurs sols céréaliers de la zone.

Les principaux groupements végétaux présents dans la zone sont situés à Artemesia et sont caractéristiques de l'étage bioclimatique semi-aride avec également l'apparition de faciès de dégradation dans les zones défrichées à *Rosemarinus officinalis* et *Helianthemum cinereum* et à *Thymus algeriensis*, *Stipa retorta* et *Stipa paviiflora* (9).

Par ailleurs, la prospection des terres laissées en jachères, qui représentaient une ressource principale pour l'alimentation du cheptel, a révélé la dominance de *Moricandia arvensis*, *Diptotaxis eruroides* et *Eruca vericaria*. Ces espèces sont très peu ou pas du tout appréciées par les ovins.

La caractérisation de l'environnement et l'étude des systèmes de production des ovins ont été réalisées à Ezzitouna et à Thala respectivement dans 47 et 102 exploitations, d'avril à juin 1997. Les éleveurs ovins ont été choisis au hasard parmi les petits (nombre de femelles inférieur à 20), les moyens (nombre de femelles compris entre 20 et 50) et les grands éleveurs (nombre de femelles supérieur à 50). Ces éleveurs ont répondu à un questionnaire reconstituant *a posteriori* les événements survenus pendant la cam-

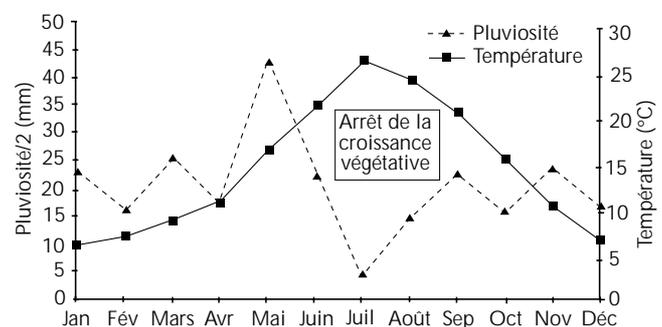


Figure 2 : diagramme ombrothermique permettant de situer (pendant dix ans, 1988-1998) les périodes de végétation active sur le site de Thala.

pagne agricole de 1995-96 au cours de laquelle la pluviométrie a été moyenne, avec une bonne distribution mensuelle sur toute la zone de l'étude.

Afin de valider certaines informations révélées par les enquêtes sur les modes de production des ovins et les pratiques de gestion des ressources génétiques, dix élevages sur le site d'Ezzitouna ont été soumis à un suivi rapproché. Les élevages ont été choisis selon la prédisposition des éleveurs à soumettre leurs animaux aux différentes interventions et selon leur représentativité des trois classes de troupeaux désignées ci-dessus. La première année, les dix troupeaux comptaient 340 brebis ; ils sont passés à 364 brebis au début de la deuxième année de suivi. Le protocole de suivi, qui a duré 24 mois (années 1996 et 1997) et qui n'a concerné que le troupeau de brebis et les jeunes nés pendant le suivi, a comporté un contrôle de la croissance des agneaux et des naissances tous les 21 jours de novembre à mai et des relevés mensuels de la dynamique des troupeaux. Les événements en rapport avec la reproduction des troupeaux (agnelage, taille des portées) ou les mortalités (jeunes et adultes) ont été notés mensuellement pendant les deux années de suivi.

Paramètres suivis

L'environnement de production et les systèmes d'élevage des ovins pratiqués ont été définis selon :

- les caractéristiques des exploitations et l'occupation des sols ;
- la structure des troupeaux ovins et les modes d'élevage ;
- la place de l'orge dans l'alimentation des troupeaux ;
- les paramètres zootechniques de cet élevage ;
- les modes de production de la viande ovine.

Traitement et édition des données

Après l'édition des données de base, 26 enquêtes sur le site de Thala et huit sur celui d'Ezzitouna ont été écartées. Elles ont concerné pour la plupart des exploitants nouvellement attributaires de lots d'ovins dans le cadre des programmes régionaux de développement rural qui avaient, par conséquent, peu de recul en matière d'élevage ovin et qui n'appartenaient donc pas à la classe d'éleveurs ciblés par cette étude. Dans les enquêtes restantes ont été écartées celles dont le nombre d'ovins a été très réduit (< 10) ou celles pour lesquelles les informations ont été jugées insuffisantes.

Par ailleurs, la mise en œuvre du contrôle de croissance a été, dans certains cas, perturbée par la vente très précoce des agneaux parfois accompagnés de leurs mères. Ces ventes, bien qu'elles aient pu priver cette étude d'une information plus volumineuse relative aux paramètres de croissance des agneaux, ont été révélatrices de certaines pratiques sur les modes d'écoulement des produits. Les paramètres de croissance ont été calculés en utilisant le logiciel *Ovins* des services du contrôle des performances (Office de l'élevage et des pâturages, ministère de l'Agriculture).

■ RESULTATS

Caractéristiques des exploitations et occupation des sols

Les données sur l'occupation des sols (tableau I) ont montré que l'agriculture dans la région de l'étude était principalement pluviale puisque les superficies irriguées ont représenté moins de 5 p. 100 de la superficie totale pour une superficie moyenne des exploitations respectivement de 45,7 et de 28 ha à Ezzitouna et à Thala. Sur les deux sites, le système de production a été dominé par un assolement biennal : céréales (52-57 p. 100 de la superficie totale) et jachères (27-29 p. 100 de la superficie totale). L'orge a été la culture la plus importante occupant 35 et 33 p. 100 de la superficie totale respectivement à Ezzitouna et à Thala.

Le faible recours aux cultures fourragères (2,4 et 3,8 p. 100 de la superficie totale respectivement à Ezzitouna et à Thala) et le peu d'espace laissé aux parcours (seulement 2,5 p. 100 de la superficie totale à Thala) ont été d'autres caractéristiques importantes de l'occupation du sol étant donné leur rapport direct avec le système alimentaire des troupeaux.

Structure des troupeaux ovins et modes d'élevage

Sur les deux sites d'Ezzitouna et de Thala, le système d'élevage a été sédentaire, très extensif et orienté vers la production de viande. Les éleveurs ont été généralement des personnes âgées pratiquant l'agriculture et l'élevage. Seulement 10 p. 100 des chefs d'exploitation ont été âgés de 33 à 45 ans alors que la majorité (54 p. 100) avait 60 à 90 ans. Sur les 115 éleveurs enquêtés, 41 (35 p. 100) seulement ont eu recours à une main d'œuvre rémunérée qui est intervenue dans les tâches quotidiennes de conduite des troupeaux. Cette pratique a été liée à la taille du troupeau ; elle a été plus répandue dans les élevages dont l'effectif a été supérieur à 50 femelles.

Tableau I

Occupation des sols et caractéristiques moyennes des exploitations pendant la campagne agricole de 1995-96 sur les sites d'Ezzitouna (n = 39) et de Thala (n = 76)

	Ezzitouna		Thala	
	Superficie (ha)	% de superficie totale	Superficie (ha)	% de superficie totale
Superficie totale	1 785	100	2 134	100
en sec	1 749	97,99	2 022	94,7
en irriguée	36	2,01	112	5,3
Occupation des sols				
Blé	304	17,03	527	24,70
Orge	627	35,12	711	33,31
Arboriculture	98	5,49	115	5,38
Jachère	483	27,05	632	29,61
Légumineuses	22	1,23	15	0,7
Cultures fourragères	43	2,40	81	3,80
Parcours	208	11,68	53	2,50

Le système de conduite pratiqué a, en fait, nécessité peu d'interventions sauf au moment de la tonte. Pour la prévention sanitaire du troupeau, les éleveurs ont eu principalement recours aux campagnes étatiques gratuites de lutte contre les maladies infectieuses comme la fièvre aphteuse, la clavelée et la brucellose. Pour les autres traitements, 59 p. 100 des éleveurs sur les deux sites ont consacré des montants annuels variables aux soins vétérinaires, avec notamment des dépenses par brebis par an positivement corrélées ($r = 0,63$, $P < 0,05$) au nombre de femelles sur l'exploitation.

La composition du cheptel sur les deux sites a été dominée par les ovins (tableau II). Les caprins ont été peu nombreux et la présence des bovins, plutôt récente, a été surtout limitée aux exploitations où il y avait de l'irrigation. L'élevage ovin à viande dans les zones montagneuses du nord-ouest semi-aride a dominé toutes les autres formes d'élevage.

Chaque élevage a été composé en moyenne respectivement de 40 et de 33 femelles ovines pour des superficies d'exploitation de 45,7 et de 28 ha à Ezzitouna et à Thala. Sur les deux sites, la majorité des élevages ont été de petite et de moyenne taille (effectifs en dessous de 50 femelles ovines) (tableau III). Le génotype ovin dominant dans la zone de l'étude a été le mouton à queue fine de l'Ouest, race prépondérante dans la région des hauts plateaux du nord-ouest tunisien. Les animaux de cette race sont hauts sur pattes, adaptés au pâturage sur pentes et ils ont une toison presque blanche d'une qualité moyenne. Sur le site de Thala, les animaux ont tous été de la race à queue fine de l'Ouest. En revanche, sur celui d'Ezzitouna, une plus grande variabilité a été notée faisant apparaître trois classes. Plus de la moitié des animaux (57 p. 100) ont été conformes au modèle standard de la race à queue fine de l'Ouest défini dans la littérature (15), 21 p. 100 ont été du type Barbarine, animal à grosse queue qui caractérise l'élevage ovin sur steppes en Tunisie et le reste (22 p. 100) a été composé

de croisements très divers avec un appendice caudal intermédiaire entre la queue fine et la Barbarine et avec recherche d'une pigmentation noire.

Place de l'orge dans l'alimentation des troupeaux

La faible productivité des céréales liée à une pluviosité insuffisante et irrégulière a constitué la principale contrainte du système étudié. Plus cette contrainte a été grande, moins la production végétale dans le système a été importante et plus la place de l'élevage dans la part des revenus et comme moyen de subsistance a été prépondérante. Il a par ailleurs été difficile, pour de courtes périodes d'observation, d'apporter des informations précises sur les aspects liés au bilan fourrager ou à la charge animale par unité de surface.

L'alimentation du cheptel, outre les achats à l'extérieur, est surtout provenue des terres laissées en jachères ou emblavées en fourrages. Elle a peu varié, l'orge ayant été presque le seul fourrage adopté. Il a été utilisé pour le pâturage au vert, pour la production de foin lorsque la biomasse a été suffisante et pour la production de grains destinés à l'engraissement des agneaux, comme complément saisonnier ou comme complément de sauvegarde.

Ainsi, sur le site d'Ezzitouna, des pratiques similaires dans le mode de valorisation des terres ont permis d'élaborer une formule empirique pour l'estimation de la superficie réservée à l'alimentation des animaux (Sraa). Celle-ci a été calculée à partir de la superficie en propriété réservée aux cultures d'assolement (Spca), les parcours (Sp), les terres en location (Sl) et la terre en association (Sa). La formule élaborée s'écrit : $Sraa = Sp + Sl + 1/3 Spca + 1/3 (2/3 Spca + 1/2 Sa)$, chaque éleveur ayant en général consacré un tiers de sa propre terre à la jachère, un tiers à la terre emblavée en orge et un tiers aux cultures d'assolement. En outre, les éleveurs se sont fréquemment associés pour 50 p. 100 des terres et ont consacré toutes les emblavures d'orge à l'alimentation du bétail.

Tableau II

Composition des élevages pendant la campagne agricole de 1995-96 dans les exploitations enquêtées sur les sites d'Ezzitouna (n = 39) et de Thala (n = 76)

	Ezzitouna		Thala	
	Nb. total de Femelles	Nb. moyen de femelles par exploitation	Nb. total de femelles	Nb. moyen de femelles par exploitation
Ovins	1 481	40,2	2 495	32,8
Caprins	86	2,3	250	3,3
Bovins	92	2,4	51	0,7

Tableau III

Distribution des élevages ovins enquêtés sur les sites d'Ezzitouna et de Thala en fonction du nombre de femelles ovines (campagne agricole de 1995-96)

Classe d'élevage (nb. de femelles ovines)	Ezzitouna		Thala	
	Nb. d'exploitations	%	Nb. d'exploitations	%
< 20	16	41,0	42	55,2
20-50	15	38,5	20	26,3
> 50	8	20,5	14	18,5
Total	39	100	76	100

Paramètres zootechniques de l'élevage ovin

Le tableau IV résume quelques-uns des paramètres zootechniques des troupeaux ovins sur les deux sites. Sur le site d'Ezzitouna, les paramètres ont été établis dans le cadre du suivi des performances des troupeaux, alors que sur celui de Thala, ils ont été estimés à partir des enquêtes et doivent, par conséquent, être manipulés avec précaution.

Dans la zone de l'étude, la pratique de garder en permanence les mâles dans le troupeau a conduit à un échelonnement des naissances tout au long de l'année (figure 3) avec un pic en automne (40 p. 100 des agneaux nés entre septembre et novembre) et un autre de moindre importance au printemps (20 p. 100 des agneaux nés en avril et en mai).

La fertilité des troupeaux ovins sur les deux sites a été en moyenne respectivement de 85,4 et de 91 p. 100 sur les sites d'Ezzitouna et de Thala (tableau IV) tout en signalant que pour le premier site la valeur rapportée a représenté la moyenne de deux années consécutives. La mortalité des jeunes de la naissance jusqu'au sevrage n'a pas dépassé les normes généralement admises pour les races rustiques allaitantes avec des valeurs respectivement de 5,7 et 4 p. 100 sur les sites d'Ezzitouna et de Thala. Il en a été de même pour la mortalité des adultes dont la valeur moyenne pour les deux années de suivi à Ezzitouna n'a pas dépassé 2 p. 100. Pour la prolificité, des valeurs très proches ont été rapportées pour les deux sites (tableau IV). Les niveaux modérés de prolificité enregistrés

ont aussi été conformes aux valeurs couramment rapportées dans les élevages contrôlés de la base de sélection et ont confirmé les potentialités limitées des races locales Barbarines et à queue fine de l'Ouest pour ce paramètre.

Pour ce qui concerne la gestion des ressources génétiques des troupeaux, de faibles taux de réforme des brebis à Ezzitouna (10,2 p. 100) et à Thala (5,9 p. 100) ont été rapportés. Les normes pour ce paramètre se situent entre 20 et 25 p. 100 pour conserver un bon équilibre de la pyramide des âges du troupeau. L'aspect de cette dernière sur le site d'Ezzitouna (figure 4) a mis en évidence l'effet de la sécheresse sur le renouvellement du troupeau. En effet, les effectifs réduits de femelles âgées de 2 et 3 ans dans les élevages correspondent à des renouvellements pendant les années 1993 à 1995, période très sèche dans la région. Si l'on prend en compte la mortalité des adultes, la réforme d'animaux et l'introduction de nouveaux sujets dans les troupeaux, le taux d'accroissement numérique moyen dans les dix élevages contrôlés du site d'Ezzitouna a atteint 7,05 p. 100.

Dans un système de production de viande, la croissance des agneaux, en plus des résultats de reproduction des troupeaux, est un facteur déterminant de la rentabilité des élevages. Les niveaux de croissance des agneaux ont été calculés pendant deux années consécutives sur le site d'Ezzitouna avec un effectif total de 452 individus. Les croissances sont présentées au tableau IV séparément pour les mâles et les femelles par tranches d'âge entre 10

Tableau IV

Paramètres zootechniques des troupeaux ovins sur les sites d'Ezzitouna et de Thala

Paramètre zootechniques	Ezzitouna *	Thala **
Taux de fertilité (%)	85,4	91
Taux de prolificité (%)	113	111
Taux de mortalité des jeunes (%)	5,7	4
Taux de mortalité des adultes (%)	1,94	-
Taux de réforme (%)	10,2	5,9
Croissance entre 10 et 30 jours d'âge des agneaux (g/jour)	165 ± 39,5	-
Croissance entre 30 et 70 jours d'âge des agneaux (g/jour)	121 ± 60,1	-
Croissance entre 10 et 30 jours d'âge des agnelles (g/jour)	145 ± 63,6	-
Croissance entre 30 et 70 jours d'âge des agnelles (g/jour)	106 ± 50,2	-
Poids à 70 jours des agneaux (kg)	15,5 ± 3,49	-
Poids à 70 jours des agnelles (kg)	14,3 ± 3,40	-

* Valeurs calculées dans dix élevages au terme d'un contrôle des performances pendant 24 mois (1996 et 1997)

** Valeurs estimées de la campagne agricole de 1995-96 à travers les enquêtes (au dire d'acteur)

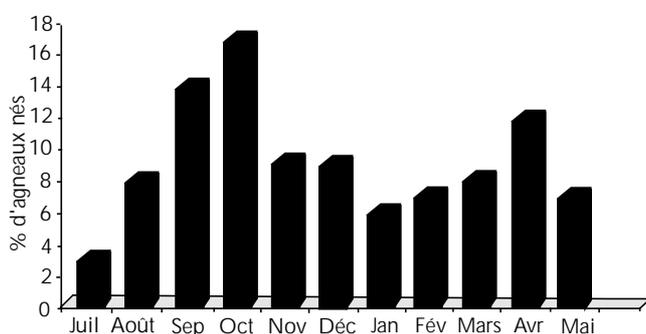


Figure 3 : distribution des naissances en 1996 et 1997 dans les troupeaux ovins sur le site d'Ezzitouna (nord-ouest, semi-aride tunisien).

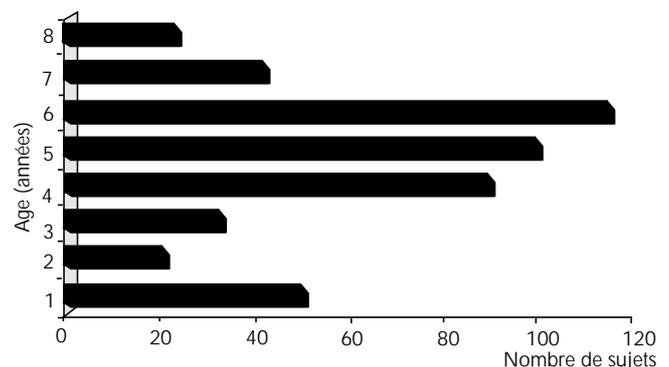


Figure 4 : pyramide des âges des brebis en 1996 et 1997 dans 39 troupeaux ovins sur le site d'Ezzitouna (nord-ouest, semi-aride tunisien).

et 30 jours et entre 30 et 70 jours. A 70 jours d'âge, les agneaux mâles et femelles ont respectivement pesé $15,5 \pm 3,49$ et $14,3 \pm 3,40$ kg. Toutefois, des différences importantes ont été observées entre les deux années avec des poids moins élevés la première année, respectivement $12,4 \pm 2,16$ et $12,3 \pm 2,41$ kg pour les mâles et les femelles. Les valeurs correspondantes ont atteint $17,2 \pm 2,97$ et $15,1 \pm 3,50$ kg la deuxième année. Les valeurs plus élevées de la croissance pendant la première tranche d'âge pour les deux sexes, fortement corrélées à la production laitière des mères, sont caractéristiques des races ovines allaitantes qui évoluent dans les milieux difficiles des zones arides et semi-arides.

Modes de production de la viande ovine

Pour les deux sites de l'étude, les lieux de production de l'agneau ont été très ouverts sur un vaste réseau de circuits de commercialisation le plus souvent courts. Le principal produit a été l'agneau léger vendu à un âge de 3 à 5 mois avant même d'être sevré et dont le poids vif a souvent été compris entre 18 et 25 kg. Sur le site de Thala, 47 p. 100 environ des agneaux produits ont été écoulés avant sevrage. Cette tendance a été confirmée par la dynamique d'écoulement des agneaux nés entre octobre et décembre sur le site d'Ezzitouna et par la présence des sujets à l'engraissement sur les exploitations pendant la même période (figure 5). La grande importance des ventes entre avril et mai a été liée, d'une part, à la célébration de la fête musulmane du sacrifice et, d'autre part, au choix des éleveurs d'alléger la charge sur l'exploitation à l'approche de la saison estivale annonciatrice d'une diminution brusque des ressources alimentaires naturelles.

Sur les sites de Thala et d'Ezzitouna, l'engraissement des agneaux a représenté une forme de diversification de l'élevage ovin. Il s'agit plutôt, dans ce type de système, d'une prise de poids que d'engraissement au sens propre du terme. Il y avait des agneaux produits dans le troupeau mais également des sujets maigres achetés sur les marchés et alourdis pour viser des périodes fastes d'écoulement (le mois Saint, la fête de sacrifice) sur les marchés de Tunis et autour des grandes zones urbaines. Dans cette étude, aucun suivi technique des ateliers d'engraissement n'a été effectué. En revanche, l'importance de ce type de production et la place qu'il occupe dans la production de viande ont fait partie des objectifs de l'étude. Parmi les éleveurs enquêtés, 28 et 34 p. 100 respectivement à Thala et à Ezzitouna ont eu des ateliers d'engraissement. En moyenne, la taille de ces ateliers ont été de 31 et 24 têtes respectivement à Thala et à Ezzitouna avec un minimum de 8 et un maximum de 110 têtes. Ces ateliers ont généralement été constitués à la fin du printemps ou au début de l'été, période au cours de laquelle les sujets ont continué de pâturer sur les chaumes. L'intro-

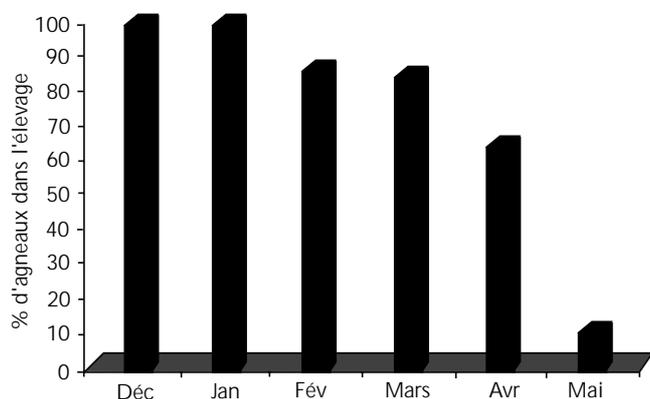


Figure 5 : dynamique d'écoulement des agneaux en 1996 et 1997 dans 39 troupeaux ovins sur le site d'Ezzitouna (nord-ouest, semi-aride tunisienne).

duction de céréales secondaires (l'orge essentiellement) a été progressive et a pu atteindre des quantités supérieures à 1,2 kg par tête et par jour à la fin de la phase d'engraissement (les deux ou trois derniers mois) qui s'est entièrement déroulée en bergerie. Des quantités très réduites de fourrages ont été distribuées (entre 200 et 400 g de foin ou de paille par tête et par jour) et aucune autre ressource alimentaire comme les suppléments azotés ou les suppléments à base de minéraux et de vitamines n'a été incorporée.

En plus des initiatives individuelles, certaines formes associatives pour la mise en place des ateliers d'engraissement ont été rapportées sur les deux sites, comme celle où des émigrants originaires des sites financent l'achat des agneaux maigres.

DISCUSSION

En référence à la classification des systèmes d'élevage établie par la Fao (13), la production des ovins dans la zone ciblée par cette étude s'apparente au large système pluvial des zones arides et semi-arides avec, comme le rapporte Flamant (7) pour le sud du Bassin méditerranéen, une extension de la culture des céréales et un accroissement de la charge au pâturage menaçant la pérennité des ressources naturelles et l'équilibre des milieux. En Tunisie, il est certain que les parcours pendant ces dernières décennies ont de moins en moins contribué à l'alimentation du cheptel des filières extensives et que leur extension spatiale est en nette diminution (14), conséquence de l'apurement foncier et de l'expansion des cultures. Il faudrait, néanmoins, dans le cas particulier de cette étude, tenir compte lors de l'interprétation de ces chiffres, de l'ambiguïté dans la désignation des zones de parcours, comme la confusion entre les terres de jachères et les terres marginales à faible rendement céréalier. Une plus grande rigueur méthodologique n'a pas été possible pendant les enquêtes pour cerner avec exactitude la superficie des terres de parcours. C'est ainsi que les auteurs ont pu observer, notamment sur le site d'Ezzitouna où les parcours ont encore représenté 12 p. 100 de la superficie agricole totale, que ce qui était désigné comme parcours était généralement formé par les terres les plus marginales sur pentes accentuées, dans les ravins ou à proximité des cours d'eau. De plus, les éleveurs ont semblé peu soucieux de l'état des parcours, de leur préservation et de leur amélioration.

Il est par ailleurs important de noter que les améliorations des parcours dans la zone de l'étude, basées sur une approche non participative, ont échoué. Il ne restait que très peu de traces d'arbustes fourragers ou de cactus inermes plantés. Plusieurs des bénéficiaires des programmes d'amélioration pastorale rencontrés ont reproché aux structures techniques, d'une part, l'inadaptation des espèces plantées aux conditions climatiques de la région (froid, gelées et sécheresse) et, d'autre part, l'absence de suivi technique. Il semble que la disparition des plantations et des aménagements pastoraux a ainsi contribué à dissocier davantage les systèmes d'élevage ovin de l'utilisation des parcours.

L'accroissement de la demande en orge pour l'alimentation animale expliquerait, en grande partie, comment les éleveurs ont pu faire face aux aléas climatiques et à la réduction des parcours. Ainsi, selon la Banque mondiale (14), le disponible annuel en orge-grain pour le bétail en Tunisie a triplé entre 1963-65 et 1991-93 en raison d'une progression remarquable de la production. Les facilités de culture, de récolte, de stockage et d'utilisation par rapport aux autres fourrages de complément (foin, ensilage, cactus, arbustes fourragers) justifient l'extension de l'orge comme aliment de bétail notamment dans les petites et moyennes exploitations. L'association orge-élevage ovin est forte, puisque les corrélations

de la surface de l'orge avec les unités ovines sont nettement supérieures à celles des unités bovines des régions semi-arides du Maroc (4).

L'extension de la culture d'orge, si elle a permis de sécuriser les besoins alimentaires des animaux à l'échelle de la zone de l'étude, risque de porter un préjudice irréparable au milieu lorsqu'elle s'étend aux sols fragiles des régions semi-arides. Désormais, ce processus semble irréversible et seules des suggestions peuvent être émises pour tenter d'en améliorer l'efficacité en minimisant l'impact sur le milieu physique. C'est ainsi que les auteurs préconisent :

- d'orienter, autant que possible, les éleveurs vers des cultivars d'orge plus appropriés à l'exploitation par les animaux (appétibilité, tolérance vis-à-vis de la sécheresse, richesse en matière azotée, résistance au piétinement, adaptation à la double exploitation, etc.) (11) ;
- de préserver les sols fragilisés par des techniques douces de conservation des eaux et du sol comme les bandes en herbes et de pratiquer la culture d'orge dans l'interbande (*alley cropping*) ;
- d'utiliser les engrais avec la culture d'orge. Dans les régions semi-arides de Syrie, il a été montré que la fertilisation au niveau du lit de semences stimule un développement précoce de la plante et améliore l'efficacité d'utilisation de l'eau (2). Les auteurs estiment qu'à long terme cette pratique est rentable avec un niveau acceptable de risque.

Ce système de production céréalière basé sur l'orge est valorisé par des troupeaux ovins de petite taille avec très souvent des effectifs en dessous de 50 unités femelles. La tendance actuelle dans la zone de l'étude est vers l'émergence des petits élevages. Ceci rejoint les conclusions de l'étude de la Banque mondiale (14) et les résultats de l'enquête nationale sur les structures des exploitations (6). Il a été retenu qu'à l'échelle nationale les systèmes d'élevage ovin évoluent vers une plus forte concentration d'animaux dans les petites exploitations détenues par une majorité de petits éleveurs (environ 75 p. 100) dont la taille des élevages varie de 1 à 20 unités femelles. Cette émergence de petits élevages est la résultante de deux phénomènes, l'accroissement du nombre de nouveaux petits éleveurs et le transfert d'effectifs des grandes vers les petites et moyennes exploitations, conséquence de l'atomisation progressive des anciennes communautés pastorales et du partage des terres collectives. Avec ces petits élevages, les efforts des services de la vulgarisation deviennent de plus en plus difficiles et plusieurs des éleveurs qui ont participé au questionnaire ont reproché au système de vulgarisation actuel de recommander des références techniques financièrement non réalisables.

Le mode d'élevage de ces petits troupeaux est marqué par un caractère très extensif et par un faible investissement de la part des agriculteurs-éleveurs. La précarité des logements pour les animaux, la quasi-inexistence d'équipements d'élevage ou le non-recours à l'achat de béliers sélectionnés sont d'autres indices du caractère extensif du système de production. Les actuels agriculteurs-éleveurs dans la zone de l'étude investissent moins d'énergie et de moyens dans l'élevage ovin pour adopter des stratégies très diverses concernant en particulier les céréales, l'arboriculture, le maraîchage, les bovins laitiers, ou des stratégies extra-agricoles comme le commerce, le transport, le travail journalier. A terme, cette individualisation a engendré la perte de connaissances précieuses en matière de gestion de l'environnement et les ressources alimentaires et les troupeaux sont moins bien entretenus.

La médiocrité des performances de production (gains moyens quotidiens des agneaux), liée à ce caractère extensif du mode de conduite des troupeaux, n'est cependant pas vérifiée au niveau des paramètres de reproduction et de mortalité des jeunes qui sont d'un

bon niveau. Il faut toutefois souligner que des différences importantes ont été notées entre les élevages de la zone de l'étude pour les paramètres reproductifs rapportés. Dans plusieurs cas, des valeurs faibles ont été constatées dont l'amélioration peut être obtenue par des mesures simples et peu coûteuses comme l'adéquation des apports alimentaires aux besoins des animaux pendant les phases critiques du cycle de production. Cette même recommandation est également valable pour l'amélioration des performances de croissance des agneaux dont les grandes différences résultent d'importantes variations inter- et intra-élevages mais sont également liées à l'effet prépondérant de l'année. L'inadéquation entre les apports alimentaires et les besoins physiologiques des animaux est la conséquence du mode de conduite de la reproduction qui est gérée indépendamment des conditions du milieu pour ce qui concerne notamment le disponible alimentaire. Dans des milieux difficiles similaires, les éleveurs peuvent sauter un cycle reproductif pour limiter les pertes de reproductrices épuisées par la lactation en l'absence de nourriture suffisante (3). L'échelonnement des mises bas tout au long de l'année, même s'il peut léser certains individus dans le troupeau, pourrait représenter un choix délibéré de l'éleveur visant un usage plus souple de la main d'œuvre familiale et l'utilisation pendant toute l'année des produits comme fonds de sécurité. Il constituerait une assurance anti-risque pour un système d'élevage totalement dépendant de la végétation spontanée ou cultivée (7). Au contraire, l'activité d'engraissement ne semble pas concurrencer le troupeau pour les ressources alimentaires naturelles puisqu'elle est effectuée à base de céréales secondaires achetées ou auto-produites. Les performances techniques de ces ateliers restent cependant modérées puisque Mahouachi et coll. (10) rapportent à Thala pour des agneaux âgés de six mois, pesant $23,4 \pm 4,1$ kg au début de la phase d'engraissement, un gain moyen quotidien de 139 g par jour.

Cet élevage pseudo hors-sol présente plusieurs avantages pour les éleveurs qui le pratiquent. Il est peu contraignant, il utilise de la main d'œuvre familiale (enfants à l'école, femmes au foyer) et peut être très rentable si les cours de la viande sont propices. Ce qui détermine le plus ce type d'élevage c'est la disponibilité d'une assise financière qui permet d'acheter des animaux maigres sur le marché et d'atténuer le retard dans l'écoulement des produits. L'instauration d'une ligne de crédit pour soutenir cette spéculation pourrait avoir un impact très positif et améliorerait le niveau d'auto-provisionnement en viandes rouges des filières ovines extensives.

Dans le contexte physique difficile à fortes contraintes économiques, la gestion de la composition des troupeaux n'obéit pas aux références techniques souvent prônées par les services techniques mais plutôt aux exigences de la conjoncture à très court terme. Le taux d'accroissement numérique des troupeaux de 7,05 p. 100 sur le site d'Ezzitouna a peut-être été occasionné, dans le cas de cette étude, par l'amélioration des conditions pluviométriques atteignant 396 et 401 mm pendant les campagnes agricoles respectivement de 1996 et 1997. Les faibles taux de réforme sont expliqués par l'attitude des éleveurs à ne pas décapitaliser, même lorsqu'il s'agit d'animaux improductifs. Pourtant, l'identification et l'élimination des animaux à faible productivité accroîtraient la productivité du troupeau. Elle réduirait la pression sur les ressources limitées préservant ainsi le statut nutritionnel des individus conservés.

■ CONCLUSION

L'augmentation des effectifs au cours des dernières décennies est l'élément déterminant de la stabilité du niveau de consommation des viandes rouges provenant des filières extensives (14). L'augmentation de la productivité, autrement dit du rendement indivi-

duel des animaux utiles, est plus sujette à discussion car il existe peu d'indicateurs pour porter un jugement objectif. Afin de satisfaire les exigences quantitatives et qualitatives croissantes du consommateur dans un contexte où l'expansion horizontale pour ces filières n'est plus une option viable, les exemples d'intensification des élevages se multiplient. La question centrale pour les régions difficiles ciblées par cette étude est d'accroître les niveaux de productivité sans nuire aux fragiles écosystèmes semi-arides surtout pour ce qui concerne la préservation des sols et de la végétation naturelle. L'eau étant une ressource rare excluant l'irrigation à grande échelle, d'autres éléments devront être intégrés dans le système :

- la réhabilitation de l'élevage extensif sur parcours. Un appui plus important doit être consacré aux agriculteurs-éleveurs pour l'amélioration des parcours ou ce qu'il en reste. Ce qui est recherché n'est pas une augmentation des encouragements et des compensations mais plutôt une implication et une participation effective des bénéficiaires aux différentes phases de l'élaboration des programmes d'amélioration pastorale. Cette implication est importante dans le choix des espèces qui s'adaptent, dans l'emplacement des aménagements pastoraux par rapport au plan d'utilisation et aux aptitudes des parcelles, et dans les techniques d'exploitation des ressources pastorales par les animaux ;

- le développement de la capacité des services de vulgarisation dans les domaines de la production et de l'utilisation des ressources alimentaires pour le cheptel. La culture de l'orge dans

l'interbande, le traitement à l'urée des pailles ou la confection des blocs alimentaires sont quelques exemples de technologies adaptées à la petite et moyenne exploitation. C'est le transfert de ces technologies qui ne semble pas être efficace ;

- la réorientation des programmes de développement de l'élevage et de sélection pour s'adresser à la petite et moyenne exploitation qui représente l'unité essentielle de la production. Très souvent, la mise en œuvre d'outils simples pour le pilotage de la gestion des ressources génétiques animales, au-delà de son impact immédiat sur la productivité du troupeau, peut engendrer des profits à long terme sur la production primaire (8) ;

- la mise en place de systèmes de crédit appropriés aux caractéristiques des exploitations de la zone de l'étude et facilement accessibles qui serviraient à diversifier les formes de production ovine comme, par exemple, les ateliers d'élevage et d'engraissement.

Ces recommandations méritent d'être reprises et réajustées si des données plus larges sont disponibles, prenant en compte les aspects liés aux contextes foncier, économique et social.

Remerciements

Des parties de ce travail ont été réalisées grâce au soutien de l'Institut de recherche pour le développement (Ird, ex-Orstom) en Tunisie et du projet « Highlands » de l'International Centre for Agricultural Research in Dry Areas (Icarda). Nous les remercions chaleureusement.

BIBLIOGRAPHIE

1. BAGNOULS F., GAUSSEN H., 1957. Climats biologiques et leur classification. *Ann. Géogr.*, **355-LXVI** : 193-220.
2. COOPER P.J.M., GREGORY P.J., TULLY D., HARRIS H.C., 1987. Improving water use efficiency of annual crops in the rainfed farming systems of West Asia and North Africa. *Expl. Agric.*, **23**: 113-158.
3. DUPONT G., COMPERE R., 1997. Les systèmes d'élevage des moutons en Nouvelles-Galles du Sud (Australie). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **1** : 34-38.
4. EDDEBBARH A., HASSAR M., 1992. Caractérisation de l'élevage dans quelques systèmes céréaliers marocains. In: Proc. Joint ANPA, EAAP and ICAMAS Symposium, Livestock in the Mediterranean Cereal Production Systems, Rabat, Morocco, 7-10 October 1990. (EAAP Publication No. 49)
5. EL AICH A., 1998. Impact of small ruminants on the environment in the southern shore of the Mediterranean. *Méditerranée*, **3** : 33-37.
6. Enquête nationale sur les structures des exploitations agricoles, 1995. Tunis, Tunisie, Direction générale de la planification et de développement des investissements agricoles (Dgpdia), ministère de l'Agriculture.
7. FLAMANT J.C., 1992. Les systèmes d'élevage méditerranéens dans leurs rapports aux systèmes céréaliers : diversité et évolution. In: Proc. Joint ANPA, EAAP and ICAMAS Symposium, Livestock in the Mediterranean Cereal Production Systems, Rabat, Morocco, 7-10 October 1990. (EAAP Publication No. 49)
8. GAY G.W., NOLTE D., BANNER R., BERGER Y., HAMOUDI M., 1990. Short-term gains in livestock management may lead to long-term range management benefits: a pilot programme in Morocco. London, UK, Overseas Development Institute. (Pastoral Development Network, paper 29c)
9. KAREM A., KSANTINI M., SCHOENENBERGER A., WAIBEL T., 1993. Contribution à la régénération de la végétation dans les parcs nationaux en Tunisie aride. Tunis, Tunisie, Deutsche Gtz.
10. MAHOUACHI M., REKIK M., ATTI N., CHERMITI A., M'HEDHBI K., 1999. Incorporation du tourteau de soja et/ou du tourteau de colza dans le concentré à base d'orge pour les agneaux des races D'Man et à queue fine de l'Ouest. *Tropicultura* (sous presse).
11. MAJDOUB A., MAHOUACHI M., YAHIAOUI A., RAHMANI D., 1994. Chemical composition and nutritive value of three barley cultivars grown under the semi-arid conditions of northwest Tunisia. *Rachis*, **13**: 15-19.
12. NYGAARD D.F., AMIR P., 1987. Research strategies for development: Improving sheep and goat production in developing countries. In: Thomson E.F., Thomson F.S., Eds., Increasing small ruminant productivity in semi-arid areas. Dordrecht, the Netherlands, Kluwer Academic Publishers.
13. STEINFELD H., MAKI-HOKONNEN J., 1995. A classification of livestock production systems. *World Anim. Rev.*, **84/85**: 83-94.
14. Stratégie pour le développement des parcours en zones arides et semi-arides, Annexe III. Rapport technique : Tunisie, 1995. Washington, DC, Etats-Unis, Banque mondiale, Département Maghreb et Iran, bureau régional Moyen-Orient et Afrique du Nord.
15. VAILLANT G., 1979. L'élevage en Tunisie, bilan à la fin du IV^e plan et perspectives. Thèse Doct. Méd. vét., Env, Maisons-Alfort, France.

Accepté le 29.06.2001

Summary

Rekik M., Mahouachi M., Gharbi M., Attia W., Medhioub L.
The Dilemma of Extensive Sheep Production Systems in the Highlands of the Semiarid Northwest of Tunisia

To characterize extensive sheep production systems in the semiarid bioclimate of Northwest Tunisia, two mountain sites were selected. The production systems were sedentary and in close relationship with cereal production. Barley, along with the practice of fallowing on low-fertility sloping lands, had replaced rangelands. The flocks were usually small and increasingly confined to smaller spaces. They were dependent on poorly efficient feed strategies and characterized by low technical-economical performances. In addition, farmers' financial support of their flocks was precarious and the farmers themselves depended on climatic and economical changes. Faced with the space extension and small flock size problems, it seems necessary to increase sheep productivity in these areas. Recommendations that take into account the particular geographical, technical and economical context of the farms are proposed.

Key words: Sheep - Cereal - Extensive husbandry - Animal production - Semiarid climate - Tunisia.

Resumen

Rekik M., Mahouachi M., Gharbi M., Attia W., Medhioub L.
Dilema de la crianza ovina extensiva en las regiones altas del nordeste, semi árido tunecino

Se escogieron dos sitios de las regiones montañosas, con bioclima semi árido en el nordeste de Túnez, con el fin de caracterizar los sistemas extensivos de la producción ovina. Los sistemas de producción encontrados son de tipo sedentario, estrechamente unidos a la producción de cereales y por los cuales se sacrificó el uso de trayectos, en beneficio de una extensión del cultivo de la cebada, acompañada de una utilización de los añojales en pendientes de baja fertilidad. Los hatos, generalmente pequeños y confinados cada vez más a espacios más reducidos, recurren a estrategias alimenticias poco eficaces, con rendimientos técnico económicos bajos. Esta producción se encuentra también minusválida por la frágil base financiera de los criadores-agricultores y por la vulnerabilidad frente al contexto climático y económico. Frente a las dificultades en la extensión del espacio o del crecimiento de los efectivos, la cría ovina en estas zonas se enfrenta a la necesidad de aumentar la productividad. Para esto, se proponen recomendaciones que toman en cuenta el contexto técnico económico particular de los establecimientos agrícolas de la zona.

Palabras clave: Ovino - Cereal - Crianza extensiva - Producción animal - Clima semiárido - Túnez.

Abattage commercial du cerf rusa (*Cervus timorensis rusa*) en Nouvelle-Calédonie : analyse des pratiques et incidence sur la qualité des carcasses

S. Le Bel ^{1*} M. Salas ¹ D.L. Bourzat ¹ B. Faye ²

Mots-clés

Cervidae - *Cervus timorensis rusa* - Carcasse - Abattage d'animaux - Stress - Abattoir - Nouvelle-Calédonie.

Résumé

En réponse à l'augmentation des saisies des carcasses de cerfs rusa (*Cervus timorensis rusa*) pour purpura d'abattage en Nouvelle-Calédonie, une enquête écopathologique fut mise en œuvre à l'occasion d'une campagne d'exportation de venaison. Les facteurs de risque pouvant expliquer l'apparition de purpura et de carcasses à pH élevé ont été analysés selon le mode d'élevage, les modalités de collecte et de transport des animaux ainsi que les conditions d'abattage. Sur 520 cerfs abattus, 15 p. 100 ont été saisis pour purpura d'abattage, 87 p. 100 ont affiché un pH supérieur à 6 et 48 p. 100 un pH supérieur à 6,5. Les différentes analyses réalisées ont révélé, dans le cas du purpura d'abattage, une inadéquation entre les structures d'abattage et les cerfs provenant d'élevage en voie d'intensification. Pour les carcasses à pH supérieur à 6,5, il s'agissait d'un phénomène plus complexe mettant en jeu, notamment, le degré de manipulation des animaux, la pratique de stabulation la veille de l'abattage et la présence de purpura d'abattage. Les modalités d'abattage du cerf rusa en Australie et du cerf rouge en Nouvelle-Zélande indiquent qu'il est possible d'améliorer le système actuel.

■ INTRODUCTION

En 1995, l'abattage des cerfs en Nouvelle-Calédonie s'est accompagné de la saisie de 7 p. 100 des carcasses dont la moitié pour « purpura d'abattage ». En 1996, le phénomène a perduré avec la saisie de 8 p. 100 des carcasses au cours du premier semestre pour purpura d'abattage (90 p. 100 des saisies totales). Caractérisé par la présence de pétéchies de 2 à 3 cm de diamètre (17) dans le tissu musculaire, le purpura fait suite à un stress violent de courte durée. L'élévation de la pression artérielle liée à l'augmentation brutale de sécrétion des catécholamines provoquent l'éclatement des capillaires et l'écoulement du sang aux points de lésions (41, 46). Sur le plan physiologique, cette phase est liée à une réaction brutale de type sympatho-adréno-médullaire (39). Le devenir

des carcasses atteintes de purpura est la saisie au titre de « viande répugnante ».

Parallèlement au purpura, des mesures de pH ultimes réalisées entre juin et août 1995 sur 189 cerfs (7) ont montré que plus de 70 p. 100 des carcasses produites avaient un pH supérieur à 6. Cela résulte d'une production *post mortem* insuffisante d'acide lactique liée à l'épuisement de la réserve glycogénique du muscle (41) qui fait suite à un stress de longue durée avant l'abattage (23). Les viandes à pH élevé sont dépréciées car elles présentent des défauts d'aspect et une mauvaise aptitude à la conservation (20). En raison d'une forte capacité de rétention en eau, elles sont impropres à la fabrication de viande séchée ou de jambon sec (56). Les cas de pH élevé ou de purpura d'abattage étant associés aux pratiques d'élevage (61) et aux modalités de transport et d'abattage (57), une approche de type écopathologique a été mise en œuvre en septembre 1996 à l'occasion d'une campagne d'abattage d'animaux destinés à l'exportation. L'objectif de cette étude a été de décrire les pratiques d'abattage du cerf rusa en Nouvelle-Calédonie et d'identifier les facteurs favorisant l'apparition des cas de purpura et de carcasses à pH élevé.

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

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

* Adresse pour la correspondance : Cirad/French Embassy, PO Box 1378, Harare, Zimbabwe ; e-mail : sebastien.le_bel@cirad.fr

■ MATERIEL ET METHODES

Effectif et variables explicatives

Un suivi de huit lots d'abattages provenant de 13 éleveurs de cerfs a été réalisé de l'exploitation à l'abattoir de Bourail. Les modalités d'élevage (origine, durée d'embouche, manipulation), de collecte (durée de stabulation avant embarquement, durée de transport, durée de stabulation à l'abattoir avant abattage) des lots d'animaux ont été décrites par une batterie de variables qualitatives et quantitatives (tableau I). Elles ont été relevées pour chaque lot abattu.

Les caractéristiques des cerfs abattus et de l'abattage ont été décrites par un second ensemble de variables individuelles (tableau II) : le sexe, l'âge basé sur l'éruption des incisives adultes, le lot d'abattage regroupé en cinq rangs d'abattage, la durée nécessaire pour pousser le cerf de la case de stabulation au piège de

tuerie, la fréquence d'utilisation de l'aiguillon électrique, la fréquence des demi-tours dans le couloir d'amenée au piège d'abattage et le poids carcasse chaude.

Variables résultantes

Le relevé des fiches de saisie a permis de distinguer deux classes de carcasses : la classe des « carcasses avec purpura » ayant fait l'objet d'une saisie partielle ou totale pour purpura d'abattage et la classe des « carcasses sans purpura » englobant toutes les autres catégories de carcasses saines ou saisies pour un autre motif. Un échantillon de viande, provenant du cou (muscle sterno-céphalique), d'environ 50 g a été prélevé sur chaque carcasse et conservé en chambre froide à 4 °C pendant 48 heures, la mesure de pH ayant été effectuée en se référant à la technique Afnor, NF V 04-408 (2). Plusieurs classes de carcasses ont pu être distinguées selon la valeur du pH ultime ; d'après Morisse et coll. (44), un pH ultime est élevé quand

Tableau I

Variables explicatives des lots de cerfs abattus

Variables explicatives qualitatives	Variables explicatives quantitatives	Abrégé	Modalités
Origine des cerfs		Origine	2 modalités : élevage, capture
Embouche avant abattage		Embouche	3 modalités : longue, courte, absente
Fréquence des manipulations		Manipulation	3 modalités : rare, occasionnelle, fréquente
	Durée de la stabulation chez l'éleveur avant l'embarquement (en heures)	Stabulation Eleveur	
	Durée du transport à l'abattoir (en heures)	Transport	
	Durée de la stabulation à l'abattoir avant l'abattage (en heures)	Stabulation Abattoir	

Tableau II

Variables explicatives individuelles des cerfs abattus

Variables explicatives qualitatives	Variables explicatives quantitatives	Abrégé	Modalités
Age		Age	5 modalités : moins de 12 mois, 14 mois, 18 mois, 20 mois, plus de 24 mois
Sexe		Sexe	2 modalités : mâle, femelle
Rang d'abattage		Rang	5 modalités : 5 premiers lots d'abattage, 6 à 10, 11 à 15, 16 à 20 et 20 à 26
	Durée de l'abattage (en secondes)	Abattage	
	Nombre de coups d'aiguillon électrique	Aiguillon	
	Nombre des demi-tours dans le couloir de tuerie	Demi-tour	
	Poids carcasse à chaud (en kg)	Poids	

il atteint ou dépasse la valeur de 6,0. MacDouglall et coll. (36), Smith et Dobson (53) utilisent cette valeur de pH chez le cerf rouge (*Cervus elaphus*) comme indicateur de stress avant l'abattage. Sookharee et coll. (54) considèrent que le pH d'une carcasse de cerf rusa doit être compris entre 5,4 et 5,8. Au-delà de 6,5 (26, 47), la viande est considérée comme impropre à la transformation. Deux seuils de pH ont été retenus dans cet essai pour définir les classes de pH : pH 6,0, limite à partir de laquelle la venaison se conserve mal réfrigérée sous vide, et pH 6,5, limite à partir de laquelle la venaison ne se prête plus à la transformation.

Traitement des données

Les associations entre variables qualitatives de lots ont été étudiées à partir de tableaux croisés en utilisant le test du χ^2 . Une analyse de variance (procédure Anovar SPCC/PC+ Advanced Statistics™, version 7,5) a été pratiquée sur la durée d'abattage avec comme variables explicatives les variables qualitatives de lots et individuelles. L'étude univariée des variables résultantes a été effectuée avec le test du χ^2 (χ^2 de Pearson, SPCC/PC+ Advanced Statistics™, version 7,5). Les variables explicatives liées à l'apparition de purpura ou de pH élevé au seuil de 25 p. 100 (27) ont été sélectionnées pour le modèle de régression multiple et appelées variables prédictives. L'étude des associations entre variables prédictives et purpura ou classes de pH a été réalisée à partir de modèles de régression logistique (régression logistique, méthode descendante conditionnelle, SPCC/PC+ Advanced Statistics™, version 7,5). L'utilisation de la fonction logistique estime la variable en termes de probabilité et interprète les coefficients de régression en termes de logarithme des risques relatifs approchés (*odds ratios*) des variables explicatives. La valeur de ce risque relatif approché mesure le risque d'apparition de la maladie lié à la variable explicative en intégrant le poids des autres facteurs (15).

■ RESULTATS

Pratiques d'abattage du cerf rusa en Nouvelle-Calédonie

Préparation des lots

Les 520 cerfs abattus provenaient de 13 éleveurs, trois d'entre eux ayant fourni la moitié de l'effectif. Pour l'origine des animaux abattus, 86 p. 100 sont nés sur les exploitations, les autres ayant été capturés peu avant l'abattage à la périphérie de l'élevage. Sur l'ensemble des cerfs, 71 p. 100 avaient été mis à l'embouche six mois avant abattage sur pâturages améliorés et 15 p. 100 trois mois auparavant, 56 p. 100 avaient été fréquemment manipulés et habitués aux structures de l'élevage, 14 p. 100 avaient été manipulés à l'occasion de précédents triages et 30 p. 100 n'avaient jamais été manipulés avant leur collecte. Les mesures d'association deux à deux ont été réalisées entre les variables Origine, Embouche et Manipulation (tableau III). Les valeurs du χ^2 ont montré l'interdépendance des trois variables : l'embouche de longue durée a concerné les cerfs nés sur l'élevage (82,6 p. 100) soumis à de fréquentes manipulations (77 p. 100). A l'opposé, l'absence d'embouche a plutôt concerné des animaux capturés (54 p. 100) qu'issus d'élevages (46 p. 100), ayant nécessité peu de manipulations (93 p. 100). En raison de son incidence sur le degré d'adoucisement des animaux, la variable Manipulation a été retenue pour les modèles de régressions logistiques.

Chargement et transport

La manipulation des cerfs a été effectuée la veille du chargement. Après triage et pesée, les cerfs ont été parqués plusieurs heures

dans une pièce du bâtiment de tri avant d'être embarqués. Une fois chargés dans une bétailière à trois compartiments de 15 têtes, les cerfs ont été acheminés à l'abattoir. Au déchargement, les animaux d'un même compartiment se sont retrouvés dans des cases d'attente par lots de six, les animaux de provenances différentes n'ayant pas été mélangés. Les temps de ces diverses interventions sont rapportées dans le tableau IV.

Tableau III

Tableau croisé entre les variables Embouche, Manipulation et Provenance

Embouche	Provenance		Total
	Elevage	Sauvage	
Longue	371* 82,6 %		371 71,3 %
Courte	44 9,8 %	31 43,7 %	75 14,4 %
Absence	34 7,6 %	40 56,3 %	74 14,2 %
Total	449	71	520
* Effectif χ^2 de Pearson : 209 ; p < 0,001			

Manipulation	Provenance		Total
	Elevage	Sauvage	
Rare	116* 25,8 %	40 56,3 %	156 30,0 %
Occasionnelle	44 9,8 %	31 43,7 %	75 14,4 %
Fréquente	289 64,4 %		289 55,6 %
Total	449	71	520
* Effectif χ^2 de Pearson : 113 ; p < 0,001			

Manipulation	Embouche			Total
	Longue	Courte	Absence	
Rare	43* 11,6 %	44 58,7 %	69 93,2 %	156 30,0 %
Occasionnelle	44 11,9 %	31 41,3 %		75 14,4 %
Fréquente	284 76,5 %		5 6,8 %	289 55,6 %
Total	371	75	74	520
* Effectif χ^2 de Pearson : 314 ; p < 0,001				

Abattage et traitement des carcasses

L'abattage des cerfs a été effectué case par case en une succession d'étapes. Le bouvier a fait sortir les animaux des cases par lots de six individus au maximum et les a poussés dans une pièce semi-circulaire donnant accès au couloir de tuerie. Cette pratique a défini un rang d'abattage de 1 (premier lot) à 5 (dernier lot). Du haut du couloir de tuerie, chaque cerf a été poussé en utilisant un aiguillon électrique vers un piège de contention où il a été étourdi à l'aide d'un matador. La durée de l'abattage a été en moyenne de 54 ± 4 s (tableau IV).

La facilité de l'opération a été notée par le comportement des animaux dans le couloir de tuerie et l'usage de l'aiguillon électrique : 63 p. 100 des cerfs (220/352) n'ont pas fait demi-tour dans le couloir, 15 p. 100 l'ont fait une fois, 13 p. 100 deux fois, 7 p. 100 trois

fois et 3 p. 100 quatre fois. Les mesures d'associations réalisées entre les variables Aiguillon et Demi-tour (tableau V) ont montré que les deux variables n'étaient pas indépendantes ($\chi^2 = 279$; $p < 0,001$; $n = 352$). L'aiguillon électrique a été systématiquement utilisé dès que le cerf s'engageait dans le couloir de tuerie (89 p. 100) et son utilisation a augmenté avec la fréquence des demi-tours. Une analyse de la variance a été réalisée sur la variable Abattage avec comme facteurs explicatifs Manipulation, Sexe, Age, Demi-tour ou Aiguillon. Seul l'effet du facteur Demi-tour a été significatif ($F = 3,17$; $p = 0,014$; $n = 344$) mais il n'a expliqué que partiellement les variations de durée d'abattage observée avec 16 p. 100 de variance expliquée. Le calcul des moyennes ajustées a montré que le délai d'abattage moyen de 51 s (aucun demi-tour) a augmenté de 39 p. 100 (71/51 s) quand le cerf a refusé d'entrer dans le piège d'abattage plus de quatre fois.

Une fois étourdi, le cerf a été libéré du piège d'abattage, suspendu au rail de la chaîne d'abattage et saigné en position verticale. Le délai entre l'étourdissement et la saignée a été de plusieurs dizaines de secondes. Les carcasses ont été soumises alors à une électrostimulation d'une trentaine de secondes. En raison de son incidence sur le stress et de la fréquence de son utilisation, seule la variable Aiguillon a été retenue pour les modèles de régressions logistiques.

Caractéristiques des carcasses de cerfs rusa

Les carcasses sont provenues de jeunes animaux de moins de deux ans ayant une à trois paires d'incisives adultes (77 p. 100) et de sexe mâle (81 p. 100). Avec un poids moyen carcasse de $28,3 \pm 0,4$ kg, l'abattage des 520 cerfs a fourni 14,7 tonnes de venaison (tableau VI). La plupart des carcasses produites (84 p. 100) ont correspondu à la gamme de poids (22-32 kg) du marché d'exportation, seules 2,5 p. 100 des carcasses ont été déclassées pour poids insuffisant. Les saisies ont touché 101 carcasses (19,4 p. 100 des cerfs abattus). Elles ont porté pour moitié sur des coffres (58 p. 100) et pour un tiers sur des carcasses entières (34 p. 100). Le purpura d'abattage a été le principal motif de saisie avec 76 p. 100 des cas de saisie, soit 15 p. 100 des animaux abattus.

Tableau IV

Durée des activités de la collecte des cerfs à l'abattage

Activité	Etape	Temps moyen	Minimum-maximum
Stabulation, chargement et transport	Période de stabulation avant embarquement	9 h 20 ± 50 min (n = 437)	2 h 30 à 24 h
	Durée du transport	1 h 55 ± 6 min (n = 437)	45 min à 5 h
	Stabulation avant abattage	16 h 50 ± 12 min (n = 437)	14 h 15 à 21 h
Abattage	Temps abattage	54 ± 4 s	10 à 300 s

Tableau V

Tableau croisé entre les variables Demi-tour et Aiguillon

Demi-tour	Aiguillon					Total
	Aucun	1 fois	2 fois	3 fois	4 fois et plus	
Aucun	39* 17,7 %**	102 46,4 %	60 27,3 %	19 8,6 %		220 100 %
1 fois		14 26,4 %	27 50,9 %	12 22,6 %		53 100 %
2 fois		3 6,8 %	16 36,4 %	23 52,3 %	2 4,5 %	44 100 %
3 fois		2 7,7 %	6 23,1 %	15 57,7 %	3 11,5 %	26 100 %
4 fois			1 11,1 %	1 11,1 %	7 77,8 %	9 100 %
Total	39	121	110	70	12	352

* Effectif

** Pourcentage de cerfs ayant effectué un demi-tour

 χ^2 de Pearson : 279 ; $p < 0,001$

Le pH ultime moyen des carcasses s'est élevé à 6,35 (tableau VI). Sur l'ensemble des carcasses 10,2 p. 100 ont eu un pH inférieur à 6,0 et 51,7 p. 100 un pH inférieur à 6,5 (figure 1).

Incidence sur les cas de purpura d'abattage

Variables prédictives

Les mesures d'association ont été menées sur les classes de purpura avec deux modalités (absence et présence de purpura d'abattage) avec les variables qualitatives Manipulation, Age, Sexe, Rang et Aiguillon. Le test du χ^2 au seuil de 25 p. 100 n'a retenu que Manipulation comme variable explicative ($\chi^2 = 19$; $p < 0,001$; $n = 520$). Parmi les cerfs rarement manipulés, 6 p. 100 ont développé un purpura d'abattage, contre 21 p. 100 (60/289) parmi ceux qui l'ont été fréquemment (tableau VII).

Interaction entre facteurs de risques

Le modèle de régression a été construit avec la variable qualitative Manipulation et les variables quantitatives Stabulation Eleveur, Transport, Stabulation Abattoir, Abattage et Poids. Le processus a été convergent après quatre itérations et n'a retenu que Manipulation (recodée en deux variables binaires Manipulation1 et Manipulation2) et Transport comme variables explicatives de l'équation. La valeur du log-2 vraisemblance (260,07), la qualité de l'ajustement (353,45) et la valeur du r^2 de Cox et Snell (0,04) Nagelkerke

(0,07) ont montré que l'ajustement du modèle a été médiocre. Avec une valeur du χ^2 sur l'hypothèse nulle de 14,3 pour une valeur de p égale à 0,003 le modèle étudié a expliqué significativement les cas de purpura observés. L'examen de la table de classification a montré que 86 p. 100 (297/344) des données observées ont été correctement classées par le modèle de régression avec une sensibilité de 100 p. 100 (297/297) et une spécificité nulle. Les variables Manipulation (1 et 2) et Transport ont eu un effet explicatif respectivement aux seuils de 1 et de 4 p. 100 (χ^2 Wald = 8,76 ; $p = 0,01$; et χ^2 Wald = 4,14 ; $p = 0,04$). Avec une valeur de l'exponentiel du coefficient de régression Exp(B) proche de 1 les trois variables ont pesé faiblement sur le risque purpura.

Incidence sur les classes de pH ultime

Variables prédictives

Les mesures d'association ont été menées sur les classes de pH avec les variables qualitatives Manipulation, Age, Sexe, Rang et Aiguillon. Pour la référence pH 6 avec deux modalités (pH < 6 et pH \geq 6), le test du χ^2 au seuil de 25 p. 100 a retenu Manipulation, Sexe, Rang et Aiguillon comme variables explicatives (tableau VIII). La fréquence des pH supérieurs à six a diminué significativement chez les cerfs fréquemment manipulés en passant de 99 à 89 p. 100 ($\chi^2 = 32,6$; $p < 0,001$; $n = 520$). Il a diminué avec le rang d'abattage ($\chi^2 = 7,5$; $p = 0,11$; $n = 352$) passant de 91 p. 100 pour les premiers lots de cerfs abattus à 72 p. 100 pour les derniers. Avec la variable Aiguillon, la plus faible fréquence des pH supérieurs à six a été observée chez les animaux ayant reçu trois à quatre coups de cane électrique ($\chi^2 = 8,4$; $p = 0,08$; $n = 352$). Les femelles sont apparues plus sensibles que les mâles avec 94 p. 100 de l'effectif ayant eu un pH supérieur à six ($\chi^2 = 2,2$; $p = 0,14$; $n = 520$).

Pour la référence pH 6,5 avec deux modalités (pH < 6,5 et pH \geq 6,5), le test du χ^2 au seuil de 25 p. 100 a retenu Manipulation, Sexe et Rang comme variables explicatives (tableau IX). Les fréquences observées ont concordé avec les résultats précédents : la pratique des manipulations s'est accompagnée d'une diminution significative du taux de pH supérieur ou égal à 6,5 (85 vs 38 p.100 ; $\chi^2 = 142,3$; $p < 0,001$; $n = 520$), les lots traités en fin d'abattage ont développé significativement moins de pH supérieurs ou égaux à 6,5 (45 vs 16 p. 100 ; $\chi^2 = 20,6$; $p < 0,001$; $n = 352$) et les mâles sont apparus moins sensibles que les femelles (47 vs 55 p. 100 ; $\chi^2 = 2,3$; $p = 0,14$; $n = 520$).

Tableau VI

Caractéristiques des carcasses

	Moyenne et écart-type	Minimum-maximum
Poids	28,3 \pm 0,4 kg ; n = 520	19 à 52,5 kg
pH	6,35 \pm 0,02 ; n = 520	5,05 à 7,31

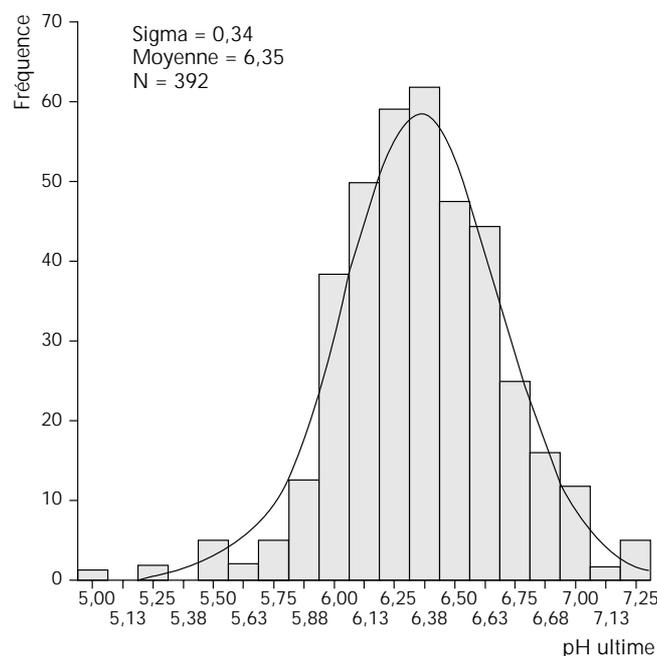


Figure 1 : fréquence de pH ultimes des carcasses de cerf rusa.

Tableau VII

Tableau croisé entre les variables Purpura et Manipulation

Purpura	Manipulation			Total
	Rare	Occasionnelle	Fréquente	
Absence	147* 94,2 %**	67 89,3 %	229 79,2 %	443 85,2 %
Présence	9 5,8 %	8 10,7 %	60 20,8 %	77 14,8 %
Total	156 100 %	75 100 %	289 100 %	520 100 %

* Effectif ; ** Pourcentage dans la variable Manipulation
 χ^2 de Pearson : 19 ; $p < 0,001$

Tableau VIII

Tableau croisé entre les variables pH6 et Manipulation, Rang d'abattage, Aiguillon et Sexe

	Manipulation			Total
	Rare	Occasionnelle	Fréquente	
pH < 6,0	2* 1,3 %**	19 25,3 %	32 11,1 %	53 10,2 %
pH ≥ 6,0	154 98,7 %	56 74,7 %	257 88,9 %	467 89,8 %
Total	156	75	289	520

* Effectif ; ** Pourcentage dans la variable Manipulation ; χ^2 de Pearson : 32 ; p < 0,001

	Rang d'abattage					Total
	1	2	3	4	5	
pH < 6,0	11* 9,4 %**	17 17,2 %	9 12,9 %	8 19,5 %	7 28,0 %	52 14,8 %
pH ≥ 6,0	106 90,6 %	82 82,8 %	61 87,1 %	33 80,5 %	18 72,0 %	300 85,2 %
Total	117	99	70	41	25	52

* Effectif ; ** Pourcentage dans la variable Rang ; χ^2 de Pearson : 7,5 ; p = 0,11

	Aiguillon					Total
	Aucune	1 fois	2 fois	3 fois	4 fois	
pH < 6,0	7 17,9 %	13 10,7 %	13 11,8 %	15 21,4 %	4 33,3 %	52 14,8 %
pH ≥ 6,0	32 82,1 %	108 89,3 %	97 88,2 %	55 78,6 %	8 66,7 %	300 85,2 %
Total	39	121	110	70	12	352

* Effectif ; ** Pourcentage dans la variable Aiguillon ; χ^2 de Pearson : 8,4 ; p = 0,08

	Sexe		Total
	Mâle	Femelle	
pH < 6,0	47 11,1 %	6 6,1 %	53 10,2 %
pH ≥ 6,0	375 88,9 %	92 93,9 %	467 89,8 %
Total	422	98	520

Interaction entre facteurs de risques pour la référence pH6

Le modèle de régression a été construit avec les variables qualitatives Manipulation, Sexe, Rang, Aiguillon, Purpura et les variables quantitatives Stabulation Eleveur, Transport, Stabulation Abattoir, Abattage et Poids. Le processus a été convergent après cinq itérations et ont été retenues comme variables explicatives de l'équation Manipulation (recodée en deux variables binaires Manipula-

tion1 et Manipulation2), Stabulation Abattoir et Poids. La valeur du log-2 vraisemblance (249,38), la qualité de l'ajustement (303,68) et la valeur du r^2 de Cox et Snell (0,11) Nagelkerke (0,19) ont montré que l'ajustement du modèle a été faible. Avec une valeur de χ^2 sur l'hypothèse nulle de 39,3 et une valeur de p égale à 0,001, le modèle étudié a significativement expliqué les cas de pH supérieurs ou égaux à six observés. L'examen de la table de

Tableau IX

Tableau croisé entre les variables pH6,5 et Manipulation, Rang d'abattage et Sexe

	Manipulation			Total
	Rare	Occasionnelle	Fréquente	
pH < 6,5	23* 14,7 %**	68 90,7 %	178 61,6 %	269 51,7 %
pH ≥ 6,5	133 85,3 %	7 9,3 %	111 38,4 %	251 48,3 %
Total	156	75	289	520

* Effectif ; ** Pourcentage dans la variable Manipulation ; χ^2 de Pearson : 142,3 ; p < 0,001

	Rang d'abattage					Total
	1	2	3	4	5	
pH < 6,5	64* 54,7 %**	65 65,7 %	51 72,9 %	36 87,8 %	21 84,0 %	237 67,3 %
pH ≥ 6,5	53 45,3 %	34 34,3 %	19 27,1 %	5 12,2 %	4 16,0 %	115 32,7 %
Total	117	99	70	41	25	352

* Effectif ; ** Pourcentage dans la variable Rang ; χ^2 de Pearson : 20,6 ; p < 0,001

	Sexe		Total
	Mâle	Femelle	
pH < 6,5	225* 53,3 %**	44 44,9 %	269 51,7 %
pH ≥ 6,5	197 46,7 %	54 55,1 %	251 48,3 %
Total	422	98	520

* Effectif ; ** Pourcentage dans la variable Sexe ; χ^2 de Pearson : 2,3 ; p = 0,15

classification a montré que 85 p. 100 (293/344) des données observées ont été correctement classées par le modèle de régression avec une sensibilité de 4 p. 100 (2/51) et une spécificité de 99 p. 100 (291/293). Les variables Manipulation (1 et 2), Stabulation Abattoir et Poids ont toutes eu un effet explicatif significatif (p < 0,01). Avec une valeur de l'exponentiel du coefficient de régression Exp(B) de 5,2, Stabulation Abattoir a été le facteur de risque le plus important des pH supérieurs ou égaux à six.

Interaction entre facteurs de risques pour la référence pH6,5

Le modèle de régression a été construit avec les variables qualitatives Manipulation, Sexe, Rang, Purpura et les variables quantitatives Stabulation Eleveur, Transport, Stabulation Abattoir, Abattage et Poids. Le processus a été convergent après quatre itérations et a retenu Manipulation (recodée en deux variables binaires Manipulation1 et Manipulation2), Stabulation Abattoir et Poids comme variables explicatives de l'équation. La valeur du log-2 vraisemblance (346,5), la qualité de l'ajustement (332,4) et la valeur du r² de Cox et Snell (0,23) Nagelkerke (0,32) ont montré que l'ajustement du modèle a été meilleur que le précédent. Avec une valeur de χ^2 sur l'hypothèse nulle de 89,1 et une valeur de p égale à 0,001

le modèle étudié a significativement expliqué les cas de pH supérieurs à 6,5 observés. L'examen de la table de classification a montré que 73 p. 100 (250/344) des données observées ont été correctement classées par le modèle de régression avec une sensibilité de 86 p. 100 (199/231) et une spécificité de 45 p. 100 (51/113). Les variables Manipulation (1 et 2), Stabulation Abattoir, Poids et Purpura ont toutes eu un effet explicatif significatif (p < 0,01). Avec une valeur de l'exponentiel du coefficient de régression Exp(B) de 6,5, 2,5 et 1,3, Manipulation1, Purpura et Stabulation Abattoir ont été trois facteurs de risque importants des pH supérieurs ou égaux à 6,5.

■ DISCUSSION

Pratiques d'abattage du cerf rusa

L'abattage commercial du cerf rusa s'effectue à la ferme à la Réunion (10), à l'île Maurice (30) et en Asie du Sud-Est (Thaïlande, Malaisie) où le rusa a été récemment introduit (11). Hormis les carcasses des produits de la chasse mauriciens vendues décou-

pées en peau sur le lieu même de la chasse, le cerf tué et saigné à la ferme est transporté à l'abattoir pour être dépouillé, éviscéré, avant d'être commercialisé.

Pratiquée en Nouvelle-Calédonie au début de l'opération cerf, cette modalité a été abandonnée en 1991 au profit de l'abattage des animaux en abattoir (1). Seule l'Australie, notamment l'Etat du Queensland avec 2 000 cerfs rusa abattus par an (52), a opté pour un traitement similaire des animaux. La visite d'élevages et d'installations d'abattage montre néanmoins que la préparation des animaux et les modalités d'abattage du cerf rusa dans cet Etat diffèrent notablement de celles relevées lors du suivi correspondant (34). Ainsi, la complémentation des cerfs en fin d'engraissement permet l'abattage d'animaux en bon état corporel et habitués à la présence de l'homme. Au Queensland, les éleveurs évitent toute manipulation la veille de l'abattage et si une période de stabulation s'impose, elle s'effectue chez eux et non à l'abattoir. Contrairement à ce qui est pratiqué en Nouvelle-Calédonie, le transport des cerfs est assuré par l'éleveur le jour même de l'abattage en faisant coïncider l'arrivée des animaux au moment où il est prévu de les abattre. Au Queensland, il n'existe pas d'abattoir spécifiquement conçu pour le cerf rusa en raison du faible nombre de cerfs abattus. Les installations conçues pour les bovins ou les équins sont utilisées avec quelques aménagements succincts mais en prenant garde de manipuler les cerfs à la main sans utiliser d'aiguillon électrique. La progression des animaux vers la stalle de tuerie s'effectue par petits groupes de deux à trois têtes réparties dans le couloir d'amenée. Les cerfs, habitués à la présence de l'homme, sont étourdis dans le piège de tuerie conçu pour les bovins ou les équins.

Le stress chez les cervidés

La notion de stress est utilisée lorsqu'il y a diminution ou échec de la faculté d'adaptation de l'animal quand les conditions environnementales deviennent défavorables (9). Il se manifeste chez les cervidés par des perturbations du comportement (12, 21, 22, 25, 38, 42, 48, 50), dont l'augmentation du délai de prise de nourriture en présence de l'homme chez le cerf rusa (33). Cette approche n'a pas été retenue dans le cas présent car il est difficile de la mettre en œuvre bien que certains auteurs (19, 28, 57) l'aient utilisée pour évaluer le stress des animaux pendant leur transport.

L'état de stress entraîne des perturbations physiologiques dont on peut mesurer l'intensité : augmentation du rythme cardiaque (51), dosage de métabolites comme l'urée ou la glycémie, dosage d'hormones comme la cortisone (8, 38, 50, 53), la progestérone (38) et les thyroxines T3 et T4 (13), ou enfin dosage d'enzymes sériques comme la créatinine phosphokinase chez le cerf rusa (3, 4), l'aspartate-aminotransférase chez le cerf rouge (8, 13), les lactates déshydrogénases (LDH et LDH5) chez le cerf rouge (50) et le daim (*Dama dama*) (29).

Stress et purpura d'abattage

L'examen *post mortem* des carcasses a révélé des indices de stress aigu en recherchant des lésions de myopathie (5) ou de purpura d'abattage qui a résulté de l'écoulement du sang aux points d'éclatement des capillaires (16, 17, 41). Dans cette étude, le purpura en affectant 19,4 p. 100 des carcasses abattues a indiqué l'importance du stress d'abattage. Par rapport aux travaux conduits en 1995 à la même période (7), la qualité des abattages s'est dégradée avec une augmentation de 7,4 p. 100 de la venaison saisie pour purpura (1,4 vs 8,8 p. 100). *A priori*, les observations sont paradoxales ; ce sont les élevages intensifs (35) qui ont récemment investi dans l'amélioration du système de production qui sont les plus touchés par le purpura. A l'inverse, les animaux provenant d'élevages extensifs ou récemment prélevés dans le milieu naturel ne sont pas

ou peu affectés par ce phénomène. La difficulté d'abattre les cerfs fréquemment manipulés éclaire ce paradoxe et explique l'importance de la variable Manipulation bien que l'ajustement du modèle de régression logistique soit faible. Chez les cerfs fréquemment manipulés, la domestication se traduit par une diminution du réflexe de fuite et une faible mobilité spontanée en présence de l'homme (33). Les animaux habitués à être manipulés à la main refusent de progresser spontanément dans le couloir de tuerie, le contact avec le bouvier n'étant que visuel (7). La solution technique pour les amener au piège d'abattage est l'utilisation systématique de l'aiguillon électrique, considérée comme source de stress importante chez les cervidés (18). A cette pratique s'ajoute un délai de plusieurs dizaines de secondes entre l'étourdissement et la saignée, considéré comme facteur d'aggravation du purpura chez le daim (59). Chez cette espèce, le stress d'abattage est minimisé en convoyant les animaux au poste d'abattage à l'aide d'une bande de transport en V et en les saignant dans les cinq secondes qui suivent l'étourdissement.

Pour les cerfs rarement manipulés, il s'agit d'animaux quasi sauvages dans la mesure où le contact avec l'homme est épisodique. Confinés dans l'environnement restreint d'un bâtiment, l'attitude de cette catégorie de cerfs est guidée par le réflexe de fuite. De ce fait, leur manipulation s'avère aisée, les cerfs s'engouffrant spontanément à la moindre ouverture d'une porte. A l'abattoir, l'intervention du bouvier est réduite au minimum, l'animal progressant spontanément jusqu'au piège de tuerie.

La conception et l'utilisation des installations de tuerie ont ainsi une importance primordiale. Grandin (24) rappelle qu'une attention particulière doit être apportée à la conception des aires d'attente et des couloirs d'amenée afin de réduire les pertes par mortalité, hémorragie et purpura. Les pratiques d'abattage en Australie suggèrent qu'au-delà de la conception des installations, il est capital de manipuler avec douceur les cerfs sans faire usage d'aiguillon électrique (34).

Stress et pH ultime des carcasses

Un pH supérieur ou égal à six 24 heures après l'abattage est un bon indicateur de stress chronique ayant entraîné une consommation excessive du glycogène musculaire (23, 53). Dans cette étude, le stress a été généralisé avec plus de 85 p. 100 des carcasses ayant eu un pH supérieur ou égal à six. Par rapport à l'étude menée un an plus tôt à la même période (7), le pourcentage de carcasses à pH supérieur ou égal à six a été sensiblement le même (71 vs 80 p. 100). En dehors du purpura d'abattage, les facteurs de risque sont apparus comme étant la fréquence des manipulations et la pratique de stabulation à l'abattoir.

Contrairement au problème du purpura, la domestication réduit l'incidence des carcasses à pH élevé. Fréquemment manipulés, les cerfs s'habituent à la présence humaine et développent un stress de moindre intensité au contact de l'homme. La qualité des manipulations joue un rôle important. Chez le cerf rouge, la présence de contusions suite à des erreurs de manipulations est ainsi corrélée à des valeurs de pH élevées (49).

La stabulation à l'abattoir augmente le risque de carcasses à pH élevé chez le cerf rusa. Ce phénomène est décrit chez les bovins (23, 26, 40, 43, 44, 45, 60, 62) et les cervidés (36, 53, 58). L'attente à l'abattoir (20, 44) est contre-indiquée dans la mesure où elle contribue à une diminution des réserves en glycogène. Monin (40) rappelle que chez les ruminants la synthèse de glycogène est très lente et qu'un repos de quelques heures avant l'abattage est inefficace pour la reconstituer. Pour le cerf rouge, Mac-Douglass et coll. (36) recommandent d'abattre les animaux sans délai d'attente. L'abattage des cerfs rusa en Australie s'effectue

ainsi sans diète ou attente à l'abattoir immédiatement après le déchargement des animaux (34).

Le mode de conduite des animaux joue un rôle important sur ce phénomène (45). Le transport (20, 44) entraîne une altération de la qualité du pH importante si le trajet comporte de nombreux points de collecte en mélangeant les animaux. Drew et coll. (14) rappellent que le transport des cervidés nécessite des structures adaptées et des chauffeurs entraînés. Jago et Matthews (28) montrent néanmoins que dans des conditions normales la longueur du trajet n'a pas d'influence sur la valeur du pH ultime des carcasses de cerfs rouges.

Le facteur de risque lié à l'espèce *timorensis* semble réduit. Dans des conditions d'abattage similaires portant sur des lots d'animaux fréquemment manipulés, Le Bel et coll. (31, 32) en Nouvelle-Calédonie et Sookhareea et coll. (54) en Australie ont obtenu des carcasses de cerfs rusa avec un pH ultime inférieur à six. Sookhareea et coll. (54) imputent ce résultat au calme des animaux abattus mais soulignent (55) que l'abattage à la ferme reste la méthode la moins perturbante pour le cerf rusa.

Des facteurs individuels prédisposent néanmoins les cas de pH ultime élevé. Chez les bovins, Morisse et coll. (43) montrent que ce sont les individus les moins bien conformés qui développent des pH élevés. Dans cet essai, les cerfs les plus lourds ont été les moins pénalisés. D'autres facteurs, comme l'âge ou le sexe, peuvent être mis en évidence, notamment chez les ovins et les jeunes bovins (40). Chez le cerf rouge, les biches sont moins sensibles au stress de longue durée que les mâles (53), contrairement aux résultats de cette étude.

Si le purpura d'abattage est un motif de saisie, le pH ultime supérieur à 6,0 est un facteur de dégradation de la durée de conservation sous vide de la viande et de la venaison (17, 49). Associé à un

fort pouvoir de rétention d'eau (40), il favorise la prolifération de germes inhabituels (*Yersinia enterocolitica*, *Enterobacter liquefaciens*, *Alteromonas putrefaciens*) et réduit la durée de conservation des pièces de découpe. Le législateur interdit la conservation sous vide ou sous atmosphère inerte des viandes à pH élevé lorsque le délai est supérieur à cinq jours (*J. off. Répub. fr.*, 5 août 1977 ; 45).

■ CONCLUSION

Pour répondre à la demande des marchés de venaison, les éleveurs ont modifié leur système de production et amélioré la qualité des carcasses produites. Néanmoins, ils voient leurs efforts pénalisés par l'ampleur du purpura d'abattage qui entraîne un manque à gagner pouvant atteindre selon les cas 25 à 50 p. 100 de la valeur d'un abattage. Par ailleurs, l'importance du nombre de carcasses à pH supérieur ou égal à six est un frein à l'exportation en raison de la mauvaise conservation des pièces de venaison.

L'importance du purpura d'abattage semble fortement conditionnée par les conditions d'abattage. Dans l'immédiat, en se référant aux recommandations des services techniques néo-zélandais et anglais (18, 37), certaines pratiques stressantes pourraient être rapidement abandonnées comme la stabulation à l'abattoir et l'usage d'aiguillon électrique.

Remerciements

Nous remercions M. W. Mouzin, technicien de l'Etablissement d'élevage de cervidés de Nouvelle-Calédonie, pour sa contribution efficace dans la récolte des données d'élevage et les observations menées à l'abattoir, ainsi que MM. G. Villaume, directeur de l'Office de commercialisation et d'entreposage frigorifique et M. Magot, directeur de l'abattoir de Bourail, pour leur appui dans la récolte des données d'abattage.

BIBLIOGRAPHIE

- ADRAF, 1993. Filière cerf. Bilan 1988-1992. Nouméa, Nouvelle-Calédonie, Adraf.
- AFNOR, 1974. Mesurage du pH. Viandes et produits à base de viande. Paris, France, Afnor, p. 76-79.
- AUDIGE L., 1988. Contribution à l'étude des constantes biologiques du sang du cerf rusa (*Cervus timorensis rusa*) en Nouvelle-Calédonie. Maisons-Alfort, France, Ecole nationale vétérinaire, p. 129.
- AUDIGE L., 1992. Serum biochemical values of rusa deer (*Cervus timorensis rusa*) in New Caledonia. *Aust. vet. J.*, **69**: 265-268.
- BERINGER J., HANSEN L.P., WILDING W., FISCHER J., SHERIFF S.L., 1996. Factors affecting capture myopathy in White-Tailed deer. *J. Wildl. Manage.*, **60**: 373-380.
- BIANCHI M., HURLIN J.C., LE BEL S., CHARDONNET P., 1997. Observations on the eruption of the permanent incisor teeth of farmed Javan rusa deer (*Cervus timorensis rusa*) in New Caledonia. *N. Z. vet. J.*, **45**: 123-124.
- BLOMME S., 1995. Facteurs influençant la qualité de la carcasse du cerf rusa d'élevage. Commercialisation et devenir de la carcasse en Nouvelle-Calédonie. Nouméa, Nouvelle-Calédonie, Mémoire Dess Prod. Anim. Régions Chaudes. Montpellier, France, Cirad-emvt.
- BRELERUT A., 1991. Effets de la capture et du transport sur quelques constantes sanguines du jeune cerf (*Cervus elaphus*). *Gibier Faune Sauvage*, **4** : 271-282.

- BROOM D.M., 1988. Les concepts de stress et de bien-être. *Recl Méd. vét.*, **164** : 715-722.
- CHARDONNET P., 1992. Mission d'expertise sur l'élevage de cerfs à la Réunion. Maisons-Alfort, France, Cirad-emvt.
- DARROZE S., 1996. Développement de l'élevage du cerf rusa en Asie du Sud-Est. Bangkok, Thaïlande, Erpa/Cirad.
- DIVISIO S., GODDARD P.J., GORDON I.J., ELSTON D.A., 1993. The effect of management practices on stress in farmed red deer (*Cervus elaphus*) and its modulation by long acting neuroleptics: behavioural responses. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **36**: 363-376.
- DIVISIO S., GODDARD P.J., GORDON I.J., 1996. Use of long-acting neuroleptics to reduce the stress-response to management-practices in red deer. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **49**: 83-88.
- DREW K.R., STEVENSON J.M., FENNESSY P.F., 1991. Venison. A marketable product. In: Proc. Deer Course for Veterinarians, Deer Branch NZVA, Sydney, Australia.
- FALISSARD B. Ed., 1998. Comprendre et utiliser les statistiques dans les sciences de la vie. Paris, France, Masson. (Coll. Evaluation et statistiques)
- FAO Ed., 1994. Abattage, découpe de la viande et traitement ultérieur. Rome, Italie, Fao, Production et santé animales.
- FAO Ed., 1994. Manual for meat inspection for developing countries. Rome, Italy, FAO, Animal production and health.
- FAWC Ed., 1985. Report on the welfare of farmed deer. Tolworth Surbiton, Surrey, UK.

Commercial Slaughtering of Rusa Deer in New Caledonia

19. FLORENT L., 1991. Le transport des animaux de boucherie : aspects physiopathologiques, comportementaux et économiques. Toulouse, France, Ecole nationale vétérinaire, 213 p.
20. FRAYSSE J.L., DARRE A., 1990. Produire des viandes. Vol. I. Sur quelles bases économiques et biologiques ? Paris, France, Lavoisier.
21. GODDARD P.J., GORDON I.J., HAMILTON W.J., 1996. The effect of post-capture management strategy on the welfare and productivity of wild red deer (*Cervus elaphus*) hinds introduced to farming systems. *Anim. Sci.*, **63**: 315-327.
22. GODDARD P.J., MATTHEWS L.R., 1994. Stress and animal welfare. Recent developments in deer biology. In: Proc. 3rd Int. Congr. Biology of Deer.
23. GRANDIN T., 1980. The effect of stress on livestock and meat quality prior to and during slaughter. *Int. J. Study Anim. Probl.*, **1**: 313-337.
24. GRANDIN T., 1988. Stress et manipulation des animaux. *Recl Méd. vét.*, **64** : 813-821.
25. HANLON A.J., RHIND S.M., REID H.W., BURRELLS C., LAWRENCE A.B., 1995. Effects of repeated changes in group composition on immune response, behavior, adrenal activity and liveweight gain in farmed red deer yearlings. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **44**: 57-64.
26. HOOD D.E., TARRANT P.V., 1981. The problem of dark-cutting in beef. In: Semin. EEC Programme Coord. Res. Anim. Welfare. Brussels, Belgium, Martinus Nijhoff.
27. HOSMER D.W., LESMESHOW S., 1989. Applied logistic regression, A. Wiley Inter-science Publication.
28. JAGO J.G., MATTHEWS L.R., 1994. The effect of distance transported on behaviour, physiology and carcass quality of farmed red deer (*Cervus elaphus*). Queenstown, Australia, Deer Branch NZVA. (Deer Course for Veterinarians No. 11)
29. JONES A.R., PRICE S.E., 1992. Measuring the response of fallow deer to disturbance. The biology of deer. Starkville, MS, USA, Mississippi State University, Springer-Verlag.
30. LEBEL S., 1997. Mission d'appui technique et scientifique au développement de l'élevage de cervidés à l'île Maurice. Module IV. Bilan des actions menées et proposition d'une stratégie de développement. Montpellier, France, Cirad-emvt.
31. LE BEL S., CHARDONNET P., DELIEU D., SALAS M., 1995. Impact de la castration du dague rusa sur les performances de croissance, d'abattage et sur la qualité biologique de la viande à 24 et 30 mois. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **48** : 85-93.
32. LE BEL S., CHARDONNET P., TREILLES A., COSTA R., 1993. Rapport d'exécution technique Cordet. Programme de recherche-développement sur la qualité et la transformation de la viande de cerf rusa en Nouvelle-Calédonie. Païta, Nouvelle-Calédonie, Cirad-emvt, 50 p.
33. LE BEL S., CORNIAUX C., 1995. Note technique sur le comportement du cerf rusa en case d'allotement. Résultats préliminaires. Nouméa, Nouvelle-Calédonie, Cirad-emvt. (Etudes et synthèses)
34. LE BEL S., MOUZIN W., 1997. Conditions d'abattage du cerf rusa au Queensland (Australie). Nouméa, Nouvelle-Calédonie, Cirad-Elevage. (Rapport de mission)
35. LE BEL S., SALAS M., DELIEU D., 1997. Typologie des élevages de cerfs en Nouvelle-Calédonie et impact d'un suivi des performances d'abattage. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **50** : 335-342.
36. MACDOUGLALL D.B., SHAW B.G., NUTE G.R., RHODES D.N., 1979. Effect of pre-slaughter handling on the quality and microbiology of venison from farmed young red deer. *J. Sci. Food Agric.*, **30**: 1160-1167.
37. MAF Ed., 1989. Guidelines for the transport of farmed deer. Northumberland, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food.
38. MATTHEWS L., 1993. International animal welfare issues. In: World Deer Congress, New Zealand, Ag Research.
39. MITCHELL G., HATTINGH J., GANHAO M., 1988. Stress in cattle assessed after handling, after transport and after slaughter. *Vet. Rec.*, **123**: 201-205.
40. MONIN G., 1980. Influence du stress sur les qualités des viandes. *Bull. Group. tech. vét.*, **1** : 29-40.
41. MONIN G., 1988. Stress d'abattage et qualité de la viande. *Recl Méd. vét.*, **164** : 835-842.
42. MOORE G.H., COWIE G.M., BRAY A.R., 1985. Herd management of farmed red deer. Biology of deer production. *R. S. o. N. Zealand*, **22**: 343-355.
43. MORISSE J.P., L'HOSPITALIER R., COTTE J.P., HUONNIC D., 1984. Viandes de taurillons à pH élevé : recherche des conditions d'apparition. *Revue tech. vét. Aliment.*, **200** : 10-16.
44. MORISSE J.P., COTTE J.P., HUONNIC D., 1985. Réduction du stress avant abattage. *Revue technol. Ind. Viande Denrées Origine Anim.*, **210** : 13-18.
45. MORISSE J.P., COTTE J.P., HUONNIC D., 1994. Importance des modalités de collecte des taurillons sur les viandes à pH élevés. Comportement et bien-être animal. Paris, France, Inra, p. 211-216.
46. MORMEDE P., 1988. Les réponses neuroendocriniennes de stress. *Recl Méd. vét.*, **164** : 723-741.
47. PEARSON A.M., 1988. What's new in research. *Natl Provisioner*, (June 4): 11-14.
48. POLLARD J.C., LITTELJOHN R.P., 1994. Quantification of temperament in weaned deer calves of genotypes (*Cervus elaphus* and *Cervus elaphus* x *Elaphurus davidianus* hybrids). *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **41**: 229-241.
49. POLLARD J., STEVENSON-BARRY J., LITTELJOHN R.P., 1998. Behavior and meat quality at an Otago deer slaughter plant. Dunedin, New Zealand, Deer Branch NZVA. (Deer Course for Veterinarians)
50. PRICE S.E., JONES A.R., 1992. Responses of farmed red deer to being handled. The biology of Deer. New York, NY, USA, Springer Verlag, 220 p.
51. PRICE S., SIBLY R.M., DAVIES M.H., 1993. Effects of behaviour and handling on heart rate in farmed red deer. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **37**: 111-123.
52. SINCLAIR S., 1997. Deer farming in Queensland. 1997 Farm Survey Report. Brisbane, Queensland, Australia, Department of Primary Industries.
53. SMITH R.F., DOBSON H., 1990. Effect of slaughter experience on behaviour, plasma cortisol and muscle pH in farmed red deer. *Vet. Rec.*, **126**: 155-158.
54. SOOKHAREEA R., TAYLOR D.G., WOODFORD K.B., SHORTHOSE W.R., DRYDEN G., CHEN T., 1993. A study of carcass characteristics and meat quality of castrate and entire Javan rusa stag. MEAT '93, Gold Cost, Australia.
55. SOOKHAREEA R., TAYLOR D., WOODFORD K.B., DRYDEN G., SHORTHOSE W.R., 1995. The effect of slaughter age and sex type on meat quality of Javan rusa (*Cervus timorensis*) male deer. MEAT '95, Australia.
56. SWAN J.E., NICHOLLS Y.M.Y., MULLER W.D., 1994. Processed meat products from venison. In: 28th Meat Industry Res. Conf. Processed Meats, p. 599-605.
57. TARRANT P.V., 1988. Le stress du transport chez les animaux de ferme. *Recl Méd. vét.*, **164** : 823-833.
58. THERIEZ M., 1988. Elevage et alimentation du cerf (*Cervus elaphus*). 2. Elevage des jeunes et production de viande. *INRA Prod. Anim.*, **2** : 105-116.
59. TUCKWELL C., 1995. Development of slaughter facilities for the South Australia Deer Industry, Primary Industries South Australia.
60. WAJDA S., WICHLACZ H., 1984. Slaughtering bulls immediately after transport. *Fleischwirtschaft*, **64**: 343-345.
61. WINSTANLEY M., 1981. What causes blood splash? *Meat*, **54**: 12-13.
62. WYTHES J.R., UNDERWOOD D.W., 1980. Muscle pH *postmortem* in cattle fasted before or after travel to slaughter. *J. Aust. Inst. Agric. Sci.*, **46**: 252-253.

Summary

Le Bel S., Salas M., Bourzat D.L., Faye B. Commercial Slaughtering of Rusa Deer (*Cervus timorensis rusa*) in New Caledonia: System Analysis and Effect on Carcass Quality

A survey on the environment and disease conditions of deer (*Cervus timorensis rusa*) slaughtering in New-Caledonia was set up during a deer export campaign in order to find answers to the increasing seizure of purpura-affected carcasses. Risk factors based on the animal husbandry system, animal handling and transport as well as slaughtering conditions were analyzed in an attempt to explain the presence of purpura and high pH levels. Out of 520 deer, 15% of the carcasses were condemned for purpura, 87% of the deer displayed a pH level over 6 and 48% a pH level over 6.5. In the case of slaughter-purpura, various analyses revealed inadequacies between the slaughter structure and the origin (i.e., farms in the process of intensifying) of the deer. For carcasses with pH levels above 6.5, a more complex phenomenon was revealed that included the amount of animal handling, housing of animals the night before slaughter and the presence of slaughter-purpura. Slaughtering conditions of rusa deer in Australia and red deer in New Zealand showed that the present system could be improved.

Key words: Cervidae - *Cervus timorensis rusa* - Carcass - Slaughtering - Stress - Abattoir - New-Caledonia.

Resumen

Le Bel S., Salas M., Bourzat D.L., Faye B. Matanza comercial del ciervo rusa (*Cervus timorensis rusa*) en Nueva Caledonia: análisis de las prácticas e incidencia sobre la calidad de las carcasas

En respuesta al incremento en los retiros de carcasas de ciervos (*Cervus timorensis rusa*) por púrpura de matadero en Nueva Caledonia, se puso en marcha una encuesta eco patológica, en concordancia con una campaña de exportación de venado. Se analizan los factores de riesgo que pueden explicar la aparición de la púrpura y de carcasas con pH elevado según el modo de crianza, las modalidades de colecta y de transporte de los animales, así como las condiciones de matanza. De 520 ciervos sacrificados, 15% fueron retirados por púrpura de matadero, 87% presentaron un pH superior a 6 y 48% un pH superior a 6,5. Los diferentes análisis realizados muestran, en el caso de la púrpura de matadero, una inadecuación entre las estructuras de matanza y los ciervos provenientes de criaderos en vías de intensificación. Para las carcasas con pH superior a 6,5, se trata de un fenómeno más complejo, abarcando, principalmente el grado de manipulación de los animales, la práctica de estabulación la víspera de la matanza y la presencia de púrpura de matadero. Las modalidades de matanza del ciervo rusa en Australia y del ciervo rojo en Nueva Zelanda indican que es posible mejorar el sistema actual.

Palabras clave: Cervidae - *Cervus timorensis rusa* - Canal animal - Sacrificio - Stress - Matadero - Nueva-Caledonia.

Rapports de synthèse sur les thèmes techniques présentés au Comité international ou aux Commissions régionales

Edition 2000



PRINCIPLES OF PREVENTION AND CONTROL OF AQUATIC ANIMAL DISEASES – **Tore Håstein**. Les principaux facteurs impliqués dans la protection et la lutte contre les maladies des animaux aquatiques sont décrits : établissement de listes de maladies, procédures d'inspection et de contrôle, réglementations applicables à l'importation, mesures de quarantaine, procédures d'introduction de nouvelles espèces, réglementations sur les transports et les restrictions de déplacement, méthodes de désinfection, plans d'urgence, formation du personnel et prévention des maladies dans les établissements d'aquaculture grâce au traitement de l'eau, à la vaccination, aux traitements médicamenteux, à l'hygiène et aux mesures d'assainissement.

ADVANCES IN THE DIAGNOSIS, CONTROL AND ERADICATION OF TUBERCULOSIS (*MYCOBACTERIUM BOVIS*), IN DOMESTIC AND WILD ANIMALS – **Paul Livingstone**. Ce rapport présente les derniers progrès réalisés dans les domaines du diagnostic de la tuberculose bovine, de l'utilisation des outils épidémiologiques et de la vaccination contre cette maladie. Le vaccin Bcg, faiblement dosé, protège efficacement les bovins et les cervidés d'élevage contre une inoculation d'épreuve avec *M. bovis* et un test permettrait de distinguer les sujets vaccinés des animaux infectés. Cela offre de nouvelles options de lutte aux pays qui ne disposent pas de programme de prophylaxie obligatoire de la tuberculose ou dans lesquels les animaux sauvages constituent des réservoirs d'infection.

BRUCELLOSIS IN THE AMERICAS: PROSPECTS FOR DIAGNOSIS AND CONTROL USING NEW VACCINES – **Klaus Nielsen**. De nombreux pays, notamment sur le continent américain, sont touchés par la brucellose. De très bons résultats ont été obtenus grâce aux vaccinations à grande échelle pratiquées dès le début des campagnes de prophylaxie. Cependant, l'utilisation de vaccins jusqu'à ces dernières années a été à l'origine d'importants problèmes de diagnostic, dus à l'apparition de réactions croisées. Ces problèmes ont été résolus grâce au développement récent d'un vaccin n'entraînant pas ce type d'effets et à la mise au point de tests sérologiques différenciant les anticorps induits par l'agent pathogène des anticorps vaccinaux et des autres anticorps dus à des réactions croisées.

ESTOMATITIS VESICULAR: SISTEMAS DE VIGILANCIA, DE DIAGNOSTICO Y DE CONTROL – **Alejandro López Inzaurrealde** et **Rossana Allende**. Bien qu'un système d'information périodique sur les maladies vésiculeuses soit en place en Amérique du Sud depuis 1961, le but réel a toujours été de recenser les cas de fièvre aphteuse ; la stomatite vésiculeuse faisait seulement partie du processus de diagnostic différentiel de la fièvre aphteuse. Il n'existe, au niveau de ce continent, aucun système d'information spécifique de la stomatite vésiculeuse capable de réunir toutes les informations nécessaires à une surveillance épidémiologique complète. Cette surveillance épidémiologique de la stomatite vésiculeuse implique une intégration des données émanant du terrain et du laboratoire. Des recommandations détaillées pour la mise en place d'un système de surveillance épidémiologique fiable dans la région sont proposées.

SCREWORM ERADICATION IN THE AMERICAS – **John H. Wyss**. La myiase à *Cochliomyia hominivorax* est apparue pour la première fois aux Etats-Unis en 1933. Les recherches ultérieures ont conduit à la « technique des insectes stériles », développée par le ministère de l'Agriculture des Etats-Unis. Un programme d'éradication a été mis en place dans les Etats tou-

chés et le pays a été déclaré indemne de myiase en 1966. Etant donné que les éleveurs mexicains avaient tout intérêt à lutter contre cette maladie, il a été décidé d'appliquer également un programme d'éradication au Mexique. Les pays d'Amérique centrale ayant manifesté le même intérêt, un plan a été mis au point pour étendre ce programme à l'ensemble de l'Amérique centrale.

GUSANO BARRENADOR DEL GANADO: AVANCES EN SU ERRADICACION, RIESGOS DE INFESTACION Y SU PREVENCIÓN EN LAS AMÉRICAS – **Javier García Manrique**. Les barrières de mouches stériles établies à mesure de la progression des programmes en Amérique du Nord et en Amérique centrale sont décrites. L'auteur expose les coûts et les bénéfices escomptés pour les pays où se trouve la principale menace de réinfestation d'un continent parvenu à éradiquer la maladie. Il discute également de la création éventuelle d'un nouveau centre de stérilisation des mouches au Panama, en vue de créer une barrière de mouches stériles entre l'Amérique centrale et l'Amérique du Sud.

ERRADICACION DEL GUSANO BARRENADOR DEL GANADO EN LA REPUBLICA DE PANAMA – **José Dimas Espinosa**. L'auteur se réfère aux études scientifiques préliminaires et aux mesures prises pour créer l'unité de stérilisation des mouches, en vue d'établir une barrière biologique permanente entre le Panama et la Colombie et de protéger ainsi l'Amérique centrale et l'Amérique du Nord.

SWINE VESICULAR DISEASE: INCIDENCE, PATHOGENICITY, EPIDEMIOLOGY, DIAGNOSIS, ECONOMIC IMPACT – **Kris De Clercq**. Selon l'auteur, la virulence des souches du virus de la maladie vésiculeuse du porc est variable et la maladie peut donc revêtir des formes cliniques très différentes. Le diagnostic différentiel de cette maladie par rapport à la fièvre aphteuse et à la stomatite vésiculeuse ne pose plus de problème en laboratoire. Toutefois, 80 p. 100 des pays membres de l'OIE estiment qu'elle devrait être maintenue dans la liste A de l'OIE car les conséquences économiques d'un foyer de maladie vésiculeuse du porc sont considérées comme très importantes pour la filière porcine.

ENSURING A LIMITED DISEASE ENVIRONMENT FOR OPTIMAL PRODUCTION IN THE LIVESTOCK INDUSTRY – **Katharina Stärk**. Dans de nombreux pays européens, les maladies les plus importantes sur le plan économique ne sont pas celles des listes A et B de l'OIE mais plutôt les maladies enzootiques. Beaucoup sont donc très impliqués dans la lutte contre ces maladies, malgré des différences régionales d'appréciation. Les programmes de prophylaxie s'accompagnent de l'obligation de déclaration de certaines de ces maladies, de l'inspection dans les abattoirs et du dépistage en laboratoire. L'auteur estime que le niveau optimal de contrôle devrait être dicté par des considérations économiques, ce qui ne semble pas être le cas actuellement.

2001 - 21 x 29,7 cm - 300 p.
ISBN 92-9044-523-8
Prix : 25 €

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
Email : oiie@oiie.int

Mycobacterial Infections in Domestic and Wild Animals

Coordinated by E.J.B. Manning and M.T. Collins



Bacteria are now and have always been the dominant form of life on earth. By virtue of their unimaginable variety, overwhelming number and spectacular adaptability to diverse environments, they represent life's greatest success story. Among the most successful families are the mycobacteria. This volume presents the most current information available on important mycobacterial infections that handicap animal health and hinder global trade.

Mycobacteria represent a thriving and ingenious family in the microbial domain. Many mycobacterial species have coopted as 'home' the very cell dispatched by the host to defeat them: the macrophage. Having thus defused a key weapon in the immune arsenal, the bacilli flourish for years prior to killing off or debilitating their host. The many economic and animal health impacts of this successful strategy are examined in this volume.

Chapters in this book address important health topics ranging from the most studied mycobacterial disease

(tuberculosis) to a newly emerging consequence of mycobacterial infection (Buruli ulcer). The chapters address the main mycobacterial pathogens affecting animal health today. Not only presenting the most current data for each pathogen, complete with excellent references, but the chapters also illuminate each other as they address facets shared among this family of organisms. The authors of these chapters bring a wealth and breadth of knowledge to this complex topic: experts from many fields (pathology, immunology, epidemiology, microbiology, etc.) focus on a rich array of subjects (domestic agriculture, captive and free-ranging wildlife, human and animal zoonoses, pathogenesis, diagnosis and control). The diverse realms of expertise of the authors attest to the broad impact this family of organisms has on host species.

This volume should be of great interest to all those with responsibilities in animal health, animal production or global animal trade.

Contents

B. Vallat

Preface

E.J.B. Manning & M.T. Collins

Introduction, Terminology

N. Rastogi, E. Legrand & C. Sola

The mycobacteria: an introduction to nomenclature and pathogenesis

W.W. Barrow

Treatment of mycobacterial infections

D.V. Cousins

Mycobacterium bovis infection and control in domestic livestock

G.W. de Lisle, C.G. Mackintosh & R.G. Bengis

Mycobacterium bovis in free-living and captive wildlife, including farmed deer

M.A. Skinner, D.N. Wedlock & B.M. Buddle

Vaccination of animals against *Mycobacterium bovis*

E.J.B. Manning & M.T. Collins

Mycobacterium avium subsp. *paratuberculosis*: pathogen, pathogenesis and diagnosis

D.J. Kennedy & G. Benedictus

Control of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* infection in agricultural species

L.A. Tell, L. Woods & R.L. Cromie

Mycobacteriosis in birds

M.-F. Thorel, H.F. Huchzermeyer & A.L. Michel

Mycobacterium avium and *Mycobacterium intracellulare* infection in mammals

O. Rojas-Espinosa & M. Løvik

Mycobacterium leprae and *Mycobacterium lepraemurium* infections in domestic and wild animals

F. Portaels, K. Chemlal, P. Elsen, P.D.R. Johnson, J.A.

Hayman, J. Hibble, R. Kirkwood & W.M. Meyers
Mycobacterium ulcerans in wild animals

H. Bercovier & V. Vincent

Mycobacterial infections in domestic and wild animals due to *Mycobacterium marinum*, *M. fortuitum*, *M. chelonae*, *M. porcinum*, *M. farcinogenes*, *M. smegmatis*, *M. scrofulaceum*, *M. xenopi*, *M. kansasii*, *M. simiae* and *M. genavense*

R.J. Montali, S.K. Mikota & L.I. Cheng

Mycobacterium tuberculosis in zoo and wildlife species

L.G. Adams

In vivo and *in vitro* diagnosis of *Mycobacterium bovis* infection

D.A. Ashford, E. Whitney, P. Raghunathan & O. Cosivi

Epidemiology of selected mycobacteria that infect humans and other animals

Tous les articles de ce numéro, à l'exception de la Préface, de l'Introduction et de la section intitulée Terminologie, sont rédigés en anglais, avec un résumé en français.

ISBN 92-9044-519-X
352 p. – size 21 x 29.7 – price 40 €

Office international des épizooties
12 rue de Prony, 75017 Paris, France
Tel : +33 (0)1 44 15 18 88 - Fax : +33 (0)1 42 67 09 87
Email : oie@oie.int

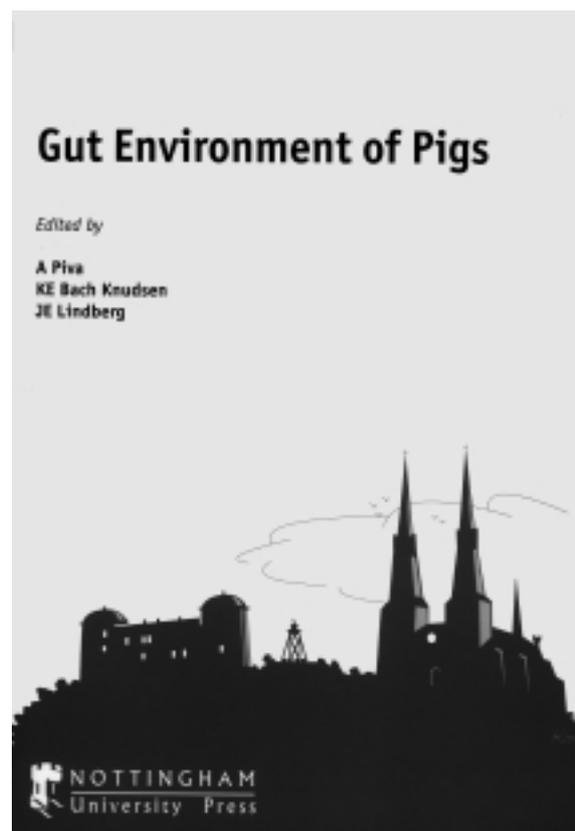
Gut Environment of Pigs

Edited by A. Piva, K.E. Bach Knudsen and J.E. Lindberg

This book brings together in one volume recent knowledge of mechanisms which determines the ability of the gastrointestinal tract to withstand damage that potentially may be aimed against it. Also, the use of feed additives and probiotics as alternatives to antibiotics as growth promoters, safety aspects on non-use of antibiotics, as well as the current status of the use of antibiotics and probiotics in the European Union is discussed.

With an increasing awareness amongst politicians and consumers, and in the food industry, of the human health risks of the regular use of feed antibiotics as growth promoters in animal production, these techniques have been questioned. However, in order to make a change in production model possible, more knowledge is needed on alternative ways for the prevention of health problems in pigs. The underlying science related to this area is highlighted.

The book contains a compilation of papers presented in June 2000 at the workshops entitled Feed additives and probiotics as an alternative to antibiotics as growth promoters and Gut environment: Influence of luminal factors, and at the 8th Symposium on Digestive Physiology in Pigs, held at the Swedish University of Agricultural Science in Uppsala, Sweden.



© The Nottingham University Press, 2001
268 p. – 15.5 x 23.5 – £30.00
ISBN: 1-897676-77-8

Nottingham University Press, Manor Farm,
Main Street, Thrumpton, Nottingham, NG11 0AX, UK
Tel: +44 115 983 1011; Fax: +44 115 983 1003
orders@nup.com

Contents

Preface • Morphological and functional changes in the small intestine of the newly-weaned pig • The role of polyamines in intestinal function and gut maturation • Glutamine in gut metabolism • The influence of feed composition on protein metabolism in the gut • Organic acid production in the large intestine: Implication for epithelial cell proliferation and cell death • Action of n-butyrate at the level of gene expression in the colonic mucosa; lessons from pig and rat experiments • Microorganisms exert bioactive and protective effects through the innate immune system • Luminal bacteria: regulation of gut function and immunity • The use of nondigestible oligosaccharides to manage the gastrointestinal ecosystem • Lectin microbial interactions in the gut • Modulation of the gut microflora by enzyme addition • Possible ways of modifying type and amount of products from microbial fermentation in the gut • Organic acids – their efficacy and modes of action in pigs • Safety aspects on non-use of antimicrobials as growth promoters • Current status and future perspectives in EU for antibiotics, probiotics, enzymes and organic acids in animal nutrition • Index

Index 2000 des auteurs

- Abbas B.
n°3 p. 293-298
- Abdelrahman A.O.
n°3 p. 267-271
- Abdoulkadiri S.
n°4 p. 319-324
- Abu Samra M.T.
n°2 p. 209-212
- Abubakr M.I.
n°3 p. 267-271
- Abuobeida S.A.
n°3 p. 267-271
- Afonso-Roque M.M.
n°3 p. 263-266
- Agu A.O.
n°4 p. 325-330
- Ahissou A.
n°1 p. 67-74, n°3 p. 285-292
- Ahmed O.M.
n°2 p. 49-152
- Aidara A.
n°1 p. 5-8
- Akpavie S.O.
n°4 p. 331-332
- Al Hawas A.
n°3 p. 293-298
- Ali Z.
n°2 p. 169-171
- Allard G.
n°4 p. 337-347
- Allen W.R.
n°2 p. 93-96, n°2 p. 97-100
- Al Mutairi S.E.
n°2 p. 219-222
- Al Qarawi A.A.
n°3 p. 293-298
- Atteyeh Sougal A.
n°3 p. 299-306
- Attia W.
n°4 p. 377-385
- Bakkar M.N.
n°2 p. 218
- Barlet J.P.
n°2 p. 115-119, n°2 p. 120-121
- Basmaeil S.M.
n°2 p. 218
- Bekele T.
n°2 p. 213-217
- Bellenchi G.C.
n°2 p. 111-114
- Bengoumi M.
n°2 p. 111-114, n°2 p. 115-119, n°2 p. 120-121, n°2 p. 132-135, n°2 p. 153-156, n°2 p. 157-160
- Berrada J.
n°2 p. 132-135, n°2 p. 153-156, n°2 p. 157-160
- Billah M.
n°2 p. 93-96, n°2 p. 97-100
- Boardman S.I.
n°2 p. 145-147
- Bonnet P.
n°2 p. 125-131
- Bornstein S.
n°2 p. 123-124, n°2 p. 169-171
- Boulanouar B.
n°1 p. 75-83
- Bourne D.C.
n°2 p. 145-147
- Bourzat D.L.
n°4 p. 387-397
- Brahim A.
n°1 p. 9-15
- Cabaret J.
n°3 p. 263-266
- Calabrese L.
n°2 p. 111-114

- Cardinale E.
n°1 p. 5-8
- Caron P.
n°1 p. 37-53
- Charbonnier G.
n°2 p. 125-131
- Chineme C.N.
n°4 p. 325-330
- Corbin J.
n°4 p. 337-347
- Cottin P.
n°2 p. 122
- Coudert C.
n°1 p. 5-8
- Coxam V.
n°2 p. 115-119, n°2 p. 120-121
- Davicco M.J.
n°2 p. 115-119, n°2 p. 120-121
- Dein F.J.
n°2 p. 145-147
- De La Farge F.
n°2 p. 157-160
- Delafosse A.
n°3 p. 249-256
- Dessalegne D.
n°2 p. 145-147
- Dia M.L.
n°2 p. 149-152
- Diallo B.C.
n°2 p. 161-163
- Diimgang G.
n°1 p. 9-15
- Diop A.
n°2 p. 149-152
- Diop C.
n°2 p. 149-152
- Dorny P.
n°1 p. 17-22
- Doutoum A.A.
n°3 p. 249-256
- Duteurtre G.
n°3 p. 299-306
- Dwinger R.H.
n°3 p. 239-243
- Dyck V.A.
n°3 p. 239-243
- Echeonwu G.O.N.
n°4 p. 325-330
- Ekue N.F.
n°3 p. 229-236
- El Abrak A.
n°2 p. 132-135
- El Fadili M.
n°1 p. 75-83
- Elgabara Y.M.
n°3 p. 267-271
- El Hacem O.T.
n°2 p. 149-152
- El Harrak M.
n°2 p. 165-167
- El Kebbaj M.S.
n°2 p. 122, n°2 p. 122
- El Khasmi M.
n°2 p. 115-119, n°2 p. 120-121
- Emikpe B.O.
n°4 p. 331-332
- Essamadi A.K.
n°2 p. 111-114
- Essomba L.I.
n°1 p. 23-25
- Fadlalla M.E.
n°3 p. 267-271
- Farnir F.
n°3 p. 285-292
- Faye B.
n°2 p. 111-114, n°2 p. 115-119, n°2 p. 120-121, n°2 p. 125-131, n°2 p. 132-135, n°2 p. 157-160, n°4 p. 387-397
- Fazendeiro I.
n°3 p. 263-266
- Feinstein R.
n°2 p. 123-124
- Fofana F.
n°3 p. 257-262

- Fournet F.
n°3 p. 245-248
- Gamatie D.
n°2 p. 177-182
- Gandega E.B.
n°2 p. 132-135
- Garcia A.
n°3 p. 245-248
- Gharbi M.
n°4 p. 377-385
- Gill R.A.
n°2 p. 198-200
- Gueye I.L.
n°1 p. 5-8
- Hamadou B.
n°4 p. 319-324
- Hamam A.A.
n°2 p. 218
- Hidane K.
n°2 p. 115-119, n°2 p. 120-121, n°2
p. 153-156, n°2 p. 157-160
- Holland W.G.
n°3 p. 239-243
- Hubert B.
n°1 p. 37-53
- Hülsebusch C.G.
n°2 p. 105-110
- Idrissou N.-D.
n°3 p. 285-292
- Iqbal A.
n°2 p. 198-200
- Jasra A.W.
n°2 p. 198-200
- Juma K.G.
n°3 p. 239-243
- Kane Y.
n°2 p. 161-163
- Kassim S.S.
n°3 p. 239-243
- Kaufmann B.A.
n°2 p. 137-144
- Khalafalla A.I.
n°2 p. 173-176
- Khan B.B.
n°2 p. 198-200
- Killanga S.
n°1 p. 17-22
- Komoin-Oka C.
n°3 p. 257-262
- Konte M.
n°1 p. 5-8
- Kouriba A.
n°3 p. 279-284
- Lancelot R.
n°2 p. 189-197
- Landais E.
n°4 p. 349-363
- Laveissière C.
n°3 p. 245-248
- Le Bel S.
n°4 p. 387-397
- Leroy P.L.
n°1 p. 67-74, n°1 p. 75-83, n°3
p. 285-292
- Lesnoff M.
n°2 p. 189-197
- Letenneur L.
n°1 p. 27-36, n°4 p. 365-375
- Loubadjim R.
n°1 p. 9-15
- Loutfi C.
n°2 p. 165-167
- Mahouachi M.
n°4 p. 377-385
- Marti A.
n°2 p. 125-131
- Medhioub L.
n°4 p. 377-385
- Messad S.
n°2 p. 189-197
- Michaux C.
n°1 p. 75-83, n°3 p. 285-292

- Michel J.F.
n°1 p. 55-66
- Mkonyi P.A.
n°3 p. 239-243
- Moudaidandi G.
n°1 p. 9-15
- Mpoame M.
n°1 p. 23-25, n°4 p. 333-336
- Müller W.
n°2 p. 169-171
- Musa B.E.
n°2 p. 209-212
- Musci G.
n°2 p. 111-114
- Mussa W.A.
n°3 p. 239-243
- Nadjindoroum P.
n°1 p. 9-15
- Nantoumé H.
n°3 p. 279-284
- Nasser B.
n°2 p. 122, n°2 p. 122
- Nayel M.N.
n°3 p. 267-271
- N'Depo A.
n°3 p. 257-262
- Ndoutamia G.
n°1 p. 9-15
- Ndung'u J.M.
n°2 p. 183-186
- Neto-Padre L.
n°3 p. 263-266
- Ngambia Funkeu R.
n°1 p. 17-22
- Nie Q.C.
n°2 p. 201-208
- Njiru Z.K.
n°2 p. 183-186
- Okoye J.O.A.
n°4 p. 325-330
- Olaho-Mukani W.
n°2 p. 183-186
- Ole-Mapeny I.M.
n°2 p. 183-186
- Onana J.
n°3 p. 273-277
- Ouma J.O.
n°2 p. 183-186
- Ouologuem B.
n°3 p. 279-284
- Pacholek X.
n°2 p. 177-182, n°2 p. 189-197
- Pan H.
n°3 p. 239-243
- Pandey V.S.
n°1 p. 17-22, n°3 p. 257-262
- Perrier J.D.
n°1 p. 5-8
- Poussard S.
n°2 p. 122
- Refega S.
n°3 p. 263-266
- Rekik M.
n°4 p. 377-385
- Riad F.
n°2 p. 115-119, n°2 p. 120-121
- Rippstein G.
n°4 p. 337-347
- Safwate A.
n°2 p. 115-119, n°2 p. 120-121
- Salas M.
n°4 p. 387-397
- Saleh K.M.
n°3 p. 239-243
- Salim M.A.
n°2 p. 209-212
- Sané B.
n°3 p. 245-248
- Short R.V.
n°2 p. 93-96
- Skidmore J.A.
n°2 p. 93-96, n°2 p. 97-100
- Solano P.
n°3 p. 245-248

- Sonchieu J.
n°4 p. 333-336
- Straten Van M.
n°2 p. 101-104
- Suleiman F.W.
n°3 p. 239-243
- Tacher G.
n°1 p. 27-36, n°4 p. 365-375
- Tall F.
n°1 p. 5-8
- Tedonkeng Pamo E.
n°4 p. 333-336
- Thiaucourt F.
n°4 p. 313-318, n°4 p. 319-324
- Tibayrenc R.
n°2 p. 177-182
- Togola D.
n°3 p. 279-284
- Touratier L.
n°2 p. 187
- Touré Z.
n°1 p. 67-74, n°3 p. 285-292
- van der Eerden B.J.M.
n°3 p. 239-243
- Vias Franck S.G.
n°2 p. 177-182
- Wesonga H.O.
n°4 p. 313-318
- Wilkinson P.J.
n°3 p. 229-236
- Wolff R.L.
n°2 p. 122
- Yaya A.
n°4 p. 319-324
- Yaya D.
n°4 p. 319-324
- Yonkeu S.
n°3 p. 273-277
- Younan M.
n°2 p. 123-124, n°2 p. 169-171
- Younas M.
n°2 p. 198-200
- Youssao A.K.I.
n°1 p. 67-74, n°3 p. 285-292
- Xue H.W.
n°2 p. 201-208
- Zaoui D.
n°2 p. 111-114
- Zelege M.
n°2 p. 213-217
- Zhang Y.K.
n°2 p. 201-208
- Zhao X.X.
n°2 p. 201-208
- Zinsstag J.
n°3 p. 257-262

Index 2000 des mots-clés

- ABATTAGE D'ANIMAUX
n°4 p. 387-397
- ABATTOIR
n°4 p. 387-397
- ABCES
n°4 p. 331-332
- ACIDE GRAS
n°2 p. 122
- ACTINOMYCES PYOGENES
n°4 p. 331-332
- ADOPTION DE L'INNOVATION
n°2 p. 137-144

- AGE
n°3 p. 285-292
- AILE
n°3 p. 245-248
- ALIMENTATION
n°2 p. 218
- ANALYSE DE SYSTEME
n°1 p. 37-53
- ANALYSE MICROBIOLOGIQUE
n°1 p. 5-8
- ANIMAL ALLAITANT
n°2 p. 115-119
- ANIMAL NOUVEAU-NE
n°2 p. 115-119, n°2 p. 120-121
- ANTIBIOTIQUE
n°1 p. 5-8
- APPAREIL DIGESTIF
n°3 p. 263-266
- ARACHIS HYPOGEEA
n°3 p. 279-284
- BACTERIOSE
n°2 p. 161-163
- BANQUE DE DONNEES
n°2 p. 145-147
- BIOCHIMIE
n°1 p. 9-15
- BOVIN
n°3 p. 263-266, n°4 p. 313-318, n°4 p. 337-347
- BOVIN BORGOU
n°1 p. 67-74, n°3 p. 285-292
- BOVIN N'DAMA
n°3 p. 257-262
- CAMELIDAE
n°2 p. 122, n°2 p. 137-144, n°2 p. 145-147
- CAMELUS BACTRIANUS
n°2 p. 187, n°2 p. 201-208
- CAMELUS DROMEDARIUS
n°2 p. 93-96, n°2 p. 101-104, n°2 p. 169-171, n°2 p. 187, n°2 p. 213-217, n°3 p. 249-256, n°3 p. 267-271, n°3 p. 293-298
- CAPRIN
n°1 p. 9-15, n°3 p. 263-266, n°3 p. 279-284, n°4 p. 319-324, n°4 p. 331-332, n°4 p. 333-336
- CARCASSE
n°4 p. 387-397
- CARICA PAPAYA
n°1 p. 23-25
- CEREALE
n°4 p. 377-385
- CERVIDAE
n°4 p. 387-397
- CERVUS TIMORENSIS RUSSA
n°4 p. 387-397
- CESTODA
n°3 p. 267-271
- CHAMEAU
n°2 p. 198-200
- CHAMEAU OMANI
n°2 p. 209-212
- CHEVRE KIRDIMI
n°1 p. 9-15
- CHEVRE NAINE GUINEENNE
n°4 p. 333-336
- CHEVRE SAHELIENNE
n°1 p. 9-15
- CHLORURE MERCURIQUE
n°3 p. 249-256
- CHROMATOGRAPHIE
n°2 p. 111-114
- CLIMAT SEMI-ARIDE
n°4 p. 377-385
- COLOSTRUM
n°2 p. 105-110
- COMMERCIALISATION
n°3 p. 299-306
- CONDUITE D'ELEVAGE
n°1 p. 37-53, n°2 p. 137-144, n°2 p. 198-200, n°2 p. 209-212, n°3 p. 293-298
- CONDUITE DES HERBAGES
n°4 p. 337-347
- CONSOMMATION ALIMENTAIRE
n°1 p. 27-36, n°4 p. 365-375
- CONTROLE DES MALADIES
n°2 p. 165-167, n°2 p. 187

- COOPERATION
n°2 p. 125-131
- COQUELET
n°4 p. 325-330
- CORRELATION GENETIQUE
n°1 p. 75-83
- CROISEMENT
n°1 p. 75-83
- CROISSANCE
n°1 p. 75-83, n°2 p. 189-197, n°2
p. 201-208, n°2 p. 219-222
- DEMANDE
n°4 p. 365-375
- DEVELOPPEMENT BIOLOGIQUE
n°2 p. 201-208
- DIARRHEE
n°2 p. 149-152, n°2 p. 153-156, n°2
p. 157-160
- DIGESTIBILITE
n°3 p. 279-284
- DISTRIBUTION SPATIALE
n°1 p. 55-66
- D'MAN
n°1 p. 75-83
- DOCUMENTATION
n°2 p. 125-131
- DROIT D'USAGE
n°4 p. 349-363
- DROMADAIRE
n°2 p. 97-100, n°2 p. 105-110, n°2 p.
111-114, n°2 p. 115-119, n°2 p. 120-121,
n°2 p. 122, n°2 p. 123-124, n°2 p. 125-
131, n°2 p. 132-135, n°2 p. 149-152, n°2
p. 153-156, n°2 p. 157-160, n°2 p. 161-
163, n°2 p. 165-167, n°2 p. 173-176, n°2
p. 177-182, n°2 p. 183-186, n°2 p. 189-
197, n°2 p. 198-200, n°2 p. 201-208, n°2
p. 213-217, n°2 p. 218, n°2 p. 219-222
- D-XYLOSE
n°2 p. 120-121
- ECHANTILLONAGE
n°1 p. 55-66
- ECOLOGIE
n°3 p. 293-298
- ECTHYMA CONTAGIEUX
n°2 p. 173-176
- EIMERIA SP.
n°4 p. 333-336
- EIMERIA CAMELI
n°2 p. 149-152
- ELECTROPHORESE
n°2 p. 111-114
- ELEVAGE
n°1 p. 55-66
- ELEVAGE EXTENSIF
n°4 p. 377-385
- EPIDEMIOLOGIE
n°1 p. 17-22, n°3 p. 257-262
- ESCHERICHIA COLI
n°2 p. 123-124, n°2 p. 149-152, n°2
p. 153-156
- ETIOLOGIE
n°2 p. 149-152
- EXPORTATION
n°1 p. 27-36
- FACTEUR CLIMATIQUE
n°3 p. 245-248
- FACTEUR DE CROISSANCE
n°3 p. 285-292, n°4 p. 365-375
- FERROXYDASE
n°2 p. 111-114
- FOIE
n°2 p. 122
- GAIN DE POIDS
n°1 p. 67-74, n°2 p. 198-200, n°3
p. 285-292
- GENOME
n°3 p. 229-236
- GLOSSINA AUSTENI
n°3 p. 239-243
- GLOSSINA PALPALIS PALPALIS
n°3 p. 245-248
- HAEMONCHUS LONGISTIPES
n°2 p. 149-152
- HELMINTHE
n°3 p. 257-262

HERITABILITE
n°1 p. 75-83

HORMONE
n°2 p. 120-121

HYBRIDATION
n°2 p. 93-96

IDENTIFICATION
n°4 p. 349-363

IMMUNODIAGNOSTIC
n°3 p. 249-256

IMMUNOGLOBULINE
n°2 p. 105-110

IMPORTATION
n°1 p. 27-36

INFECTION EXPERIMENTALE
n°1 p. 9-15, n°4 p. 319-324, n°4 p. 325-330

INFESTATION
n°3 p. 267-271

INGESTION SUBSTANCES
NUTRITIVES
n°3 p. 279-284

INSEMINATION ARTIFICIELLE
n°2 p. 93-96, n°2 p. 97-100

JEUNE ANIMAL
n°2 p. 105-110, n°2 p. 111-114, n°2
p. 122, n°2 p. 122, n°2 p. 123-124, n°2
p. 125-131, n°2 p. 132-135, n°2 p. 137-
144, n°2 p. 149-152, n°2 p. 153-156, n°2
p. 157-160, n°2 p. 161-163, n°2 p. 165-
167, n°2 p. 173-176, n°2 p. 177-182, n°2
p. 183-186, n°2 p. 189-197, n°2 p. 209-212,
n°2 p. 218, n°2 p. 219-222

LABLAB PURPUREUS
n°3 p. 279-284

LAMA GUANICOE
n°2 p. 93-96

LEGUMINEUSE FOURRAGERE
n°3 p. 273-277

MARAUDAGE
n°4 p. 349-363

MARCHE
n°3 p. 299-306

MARQUAGE DES ANIMAUX
n°4 p. 349-363

MEDICAMENT GASTRO-
INTESTINAL
n°1 p. 23-25

MENSURATION CORPORELLE
n°1 p. 67-74, n°2 p. 189-197

MERE
n°3 p. 285-292

MESURE
n°3 p. 245-248

METHODE
n°1 p. 55-66

METHODE D'ELEVAGE
n°1 p. 17-22, n°1 p. 37-53, n°2
p. 145-147, n°2 p. 169-171

MITOCHONDRIE
n°2 p. 122

MODELE
n°1 p. 37-53

MONIEZIA SP.
n°4 p. 333-336

MORBIDITE
n°2 p. 209-212, n°3 p. 239-243

MORTALITE
n°1 p. 67-74, n°2 p. 132-135, n°2
p. 137-144, n°2 p. 209-212, n°2 p. 219-222

NEMATODA
n°1 p. 17-22, n°3 p. 257-262, n°3
p. 267-271

OFFRE
n°1 p. 27-36, n°4 p. 365-375

OVIN
n°1 p. 17-22, n°1 p. 75-83, n°3 p. 263-
266, n°3 p. 279-284, n°4 p. 377-385

ORTHOPOXVIRUS
n°2 p. 165-167

OXYDOREDUCTASE
n°2 p. 122

PARASITOSE
n°2 p. 161-163

PARATHYROIDE
n°2 p. 120-121

PASTORALISME
n°2 p. 137-144, n°3 p. 299-306, n°4
p. 349-363

- PATHOLOGIE
n°2 p. 101-104
- PATURAGE EN ROTATION
n°4 p. 337-347
- PAYS DEVELOPPE
n°2 p. 125-131
- PAYS EN DEVELOPPEMENT
n°2 p. 125-131
- PENNISSETUM TYPHOIDES
n°3 p. 279-284
- PEPTIDE
n°2 p. 120-121
- PERFORMANCE DE
REPRODUCTION
n°1 p. 67-74
- PERIODE PERINATALE
n°2 p. 101-104
- PERIPNEUMONIE CONTAGIEUSE
BOVINE
n°4 p. 313-318, n°4 p. 319-324
- PERTE DE POIDS
n°1 p. 9-15
- PHOSPHOLIPIDE
n°2 p. 122
- PLAINE
n°4 p. 337-347
- PLASMA SANGUIN
n°2 p. 115-119
- POIDS
n°2 p. 189-197
- POIDS A L'ABATTAGE
n°2 p. 218
- POIDS A LA NAISSANCE
n°3 p. 285-292
- POIDS MOLECULAIRE
n°2 p. 111-114
- PORCIN
n°3 p. 229-236
- POULET
n°1 p. 23-25, n°4 p. 325-330
- POULET DE CHAIR
n°1 p. 5-8
- PRODUCTION ANIMALE
n°1 p. 27-36, n°3 p. 293-298, n°4
p. 365-375, n°4 p. 377-385
- PRODUCTION DE SEMENCES
n°3 p. 273-277
- PRODUCTIVITE
n°2 p. 137-144, n°2 p. 189-197, n°2
p. 213-217
- PRODUIT LAITIER
n°3 p. 299-306
- PROPRIETE
n°4 p. 349-363
- PROTEINE ANIMALE
n°1 p. 27-36
- PROTOZA
n°3 p. 267-271
- PURIFICATION
n°2 p. 111-114, n°2 p. 122
- REACTION D'AGGLUTINATION
n°2 p. 177-182, n°3 p. 249-256
- RECENSEMENT DU BETAIL
n°1 p. 55-66
- RECHERCHE
n°2 p. 125-131
- REHYDRATATION
n°2 p. 157-160
- RELEVÉ AERIEN
n°1 p. 55-66
- REPONSE IMMUNITAIRE
n°1 p. 9-15
- REPOUSSE
n°4 p. 337-347
- RESISTANCE AUX PRODUITS
CHIMIQUES
n°1 p. 5-8
- SAISON
n°3 p. 285-292
- SALMONELLA
n°1 p. 5-8, n°2 p. 149-152, n°2
p. 153-156
- SANG
n°1 p. 9-15

SANTE ANIMALE n°2 p. 145-147, n°2 p. 213-217	TIMAHDITE n°1 p. 75-83
SCHIZACHYRIUM EXILE n°3 p. 279-284	TRANSFERT EMBRYONNAIRE n°2 p. 97-100
SCHOENEFELDIA GRACILIS n°3 p. 279-284	TRICHOSTRONGYLIDAE n°4 p. 333-336
SEPTICEMIE n°2 p. 123-124	TRICHURIS SP. n°4 p. 333-336
SEROTYPE n°1 p. 5-8	TRYPANOSOMA CONGOLENSIS n°1 p. 9-15, n°3 p. 239-243
SEXE n°3 p. 285-292	TRYPANOSOMA EVANSI n°2 p. 177-182, n°2 p. 183-186, n°2 p. 187, n°3 p. 249-256
SORGHUM BICOLOR n°3 p. 279-284	TRYPANOSOMA VIVAX n°3 p. 239-243
STREPTOCOCCUS AGALACTIAE n°2 p. 169-171	TRYPANOSOMOSE n°2 p. 177-182, n°2 p. 183-186, n°3 p. 239-243
STRESS n°4 p. 387-397	VACCIN n°2 p. 165-167, n°4 p. 313-318
STRONGYLIDAE n°3 p. 263-266	VALEUR ENERGETIQUE n°3 p. 279-284
STRONGYLOIDES SP. n°4 p. 333-336	VALEUR NUTRITIVE. n°3 p. 279-284, n°4 p. 337-347
SYNCHRONISATION n°2 p. 97-100	VARIATION SAISONNIERE n°2 p. 213-217
SYSTEME BASE SUR LA CONNAISSANCE n°2 p. 137-144	VEAU n°3 p. 285-292
SYSTEME DE PATURAGE n°4 p. 337-347	VIRUS DE LA MALADIE DE NEWCASTLE n°4 p. 325-330
SYSTEME D'INFORMATION n°2 p. 145-147	VIRUS PESTE PORCINE AFRICAINE n°3 p. 229-236
TAUX DE CHARGE n°4 p. 337-347	ZEA MAYS n°3 p. 279-284
TENDANCE n°4 p. 365-375	ZONAGE n°1 p. 27-36
TEST ELISA n°4 p. 319-324	ZONE PERIURBAINE n°1 p. 17-22
THERAPEUTIQUE n°2 p. 157-160	ZONE URBAINE n°1 p. 17-22
THORAX n°3 p. 245-248	

■ Index 2000 géographique

- AFRIQUE
n°1 p. 55-66, n°3 p. 229-236
- AFRIQUE AU SUD DU SAHARA
n°1 p. 27-36, n°4 p. 365-375
- ARABIE SAOUDITE
n°2 p. 218, n°2 p. 219-222, n°3
p. 293-298
- BAHREIN
n°3 p. 267-271
- BENIN
n°1 p. 67-74, n°3 p. 285-292
- BRESIL
n°1 p. 37-53
- CAMEROUN
n°1 p. 17-22, n°1 p. 23-25, n°3 p. 229-
236, n°3 p. 273-277, n°4 p. 333-336
- CHINE
n°2 p. 201-208
- COLOMBIE
n°4 p. 337-347
- COTE D'IVOIRE
n°3 p. 245-248, n°3 p. 257-262
- EMIRATS ARABES UNIS
n°2 p. 93-96, n°2 p. 97-100
- ETHIOPIE
n°2 p. 213-217
- EUROPE
n°3 p. 229-236
- ISRAEL
n°2 p. 101-104
- KENYA
n°2 p. 105-110, n°2 p. 123-124, n°2
p. 137-144, n°2 p. 169-171, n°2 p. 183-186,
n°4 p. 313-318
- MAROC
n°1 p. 75-83, n°2 p. 115-119, n°2 p.
122, n°2 p. 132-135, n°2 p. 153-156, n°2
p. 165-167
- MAROUA
n°1 p. 17-22
- MAURITANIE
n°2 p. 149-152, n°2 p. 161-163
- MOUNDOU
n°3 p. 299-306
- NIGER
n°2 p. 177-182, n°2 p. 189-197
- NIGERIA
n°4 p. 325-330, n°4 p. 331-332
- NORDESTE
n°1 p. 37-53
- NOUVELLE-CALEDONIE
n°4 p. 387-397
- OMAN
n°2 p. 209-212
- PAKISTAN
n°2 p. 198-200
- SAO TOME
n°3 p. 263-266
- SENEGAL
n°1 p. 5-8
- SOUDAN
n°2 p. 173-176
- TCHAD
n°1 p. 9-15, n°3 p. 249-256, n°3
p. 299-306
- TUNISIE
n°4 p. 377-385
- ZANZIBAR
n°3 p. 239-243
- ZONE SOUDANO-SAHELIEENNE
n°3 p. 273-27