

Sommaire

PATHOLOGIE INFECTIEUSE

- 5 **Production d'anticorps de jaune d'œuf antiviraux spécifiques pour le diagnostic de la maladie de Newcastle, de la bronchite infectieuse et de la maladie de Gumboro par le test d'immunofluorescence directe.** Gervelmeyer A., Abu-Ajamijeh H., Bani-Younis E., Anasweh O., Bzour N., Akasheh R., Clausen P.-H., Staak C., Monreal G. (*en anglais*)
- 11 **Dynamique de l'immunité passive et stratégie de vaccination des veaux contre la peste bovine.** Tanya V.N., Keng A., Messine O., Ngangnou A., Zoyem N., Kulu I.N.D. (*en français*)
- 17 **La fièvre de la vallée du Rift à Madagascar : risques d'infection pour le personnel d'abattoir à Antananarivo.** Zeller H.G., Rakotoharinadrasana H.T., Rakoto-Andrianarivelo M. (*en français*)
- 21 **Anticorps monoclonaux anti-IgGs de zébu. Réactivités comparatives.** Atrax C., Nakounne E., Vincent J. (*en français*)

PATHOLOGIE PARASITAIRE

- 25 **Observations préliminaires sur les tiques et les maladies transmises par les tiques dans la province du Nord-Ouest du Cameroun. II. La cowdriose bovine.** Ndi C., Bayemi P.H., Nfi A.N., Ekue F.N. (*en anglais*)
- 29 **Trypanosoma vivax en Amérique : morphométrie et spectre d'hôtes.** Dávila A.M.R., Ramirez L., Silva R.A.M.S. (*en anglais*)
- 36 **Informations**
- 37 **Essai de lutte contre Glossina palpalis gambiensis (Vanderplank, 1949) à l'aide de pièges et d'écrans imprégnés de deltaméthrine en zone soudanienne au Mali.** Djiteye A., Moloo S.K., Foua Bi K., Coulibaly E., Diarra M., Ouattara I., Traoré D., Coulibaly Z., Diarra A. (*en français*)
- 46 **Note de lecture**

RESSOURCES ALIMENTAIRES

- 46 **Note de lecture**
- 47 **Alimentation de brebis allaitantes avec des rations à base de paille : effet du complément azoté.** Sraïri M.T. (*en français*)
- 55 **Composition chimique et teneur en énergie métabolisable des matières premières produites en République centrafricaine et utilisables chez les volailles.** Malibougou J.C., Lessire M., Hallouis J.M. (*en français*)

RESSOURCES ANIMALES

- 63 **Le mouton Djallonké à Kolokopé (Togo) : paramètres de reproduction des brebis et viabilité des agneaux.** Missohou A., Bonfoh B., Kadanga A.K. (*en français*)
- 68 **Informations**
- 69 **Caractéristiques de l'œstrus chez les femelles N'Dama et Jersiaises au Sénégal après maîtrise du cycle sexuel par le norgestomet.** Diop P.E.H., Faye L., Fall R., Ly O., Sow A.M., Mbaye M., Fall A., Faye A., Boye C. (*en français*)
- 74 **Informations**
- 75 **Relations saisonnières entre l'activité de la monoamine-oxydase sérique et la cuprémie chez le bouc Angora (Capra hircus).** Altintas A., Celik S., Cevik M.Z. (*en français*)
- 81 **Synthèse sur les effets indésirables de certains médicaments chez le chameau.** Al-Dughaym A.M., Afaleq A.I., Homeida A.M. (*en anglais*)
- 87 **Enquête sur les causes de mortalité des pintadeaux au Burkina Faso.** Bessin R., Belem A.M.G., Boussini H., Compaore Z., Kaboret Y., Dembele M.A. (*en français*)

Contents

INFECTIOUS DISEASES

- 5 **Production of virus specific egg yolk antibodies for the diagnosis of Newcastle disease, infectious bronchitis and Gumboro disease by the direct fluorescent antibody technique.** Gervelmeyer A., Abu-Ajami H., Bani-Younis E., Anasweh O., Bzour N., Akasheh R., Clausen P.-H., Staak C., Monreal G. (*in English*)
- 11 **Dynamics of passive immunity and strategy of vaccination of calves against rinderpest.** Tanya V.N., Keng A., Messine O., Ngangnou A., Zoyem N., Kulu I.N.D. (*in French*)
- 17 **Rift Valley fever in Madagascar: infection risks for the abattoir staff in Antananarivo.** Zeller H.G., Rakotoharinadrasana H.T., Rakoto-Andrianarivelo M. (*in French*)
- 21 **Monoclonal antibodies against zebu IgGs. Comparative reactivity.** Atrax C., Nakounne E., Vincent J. (*in French*)

PARASITIC DISEASES

- 25 **Preliminary observations on ticks and tickborne diseases in the North West province of Cameroon. II. Bovine heartwater.** Ndi C., Bayemi P.H., Nfi A.N., Ekue F.N. (*in English*)
- 29 ***Trypanosoma vivax* in the Americas: morphometry and host range.** Dávila A.M.R., Ramirez L., Silva R.A.M.S. (*in English*)
- 36 **Notices**
- 37 **Control trial on *Glossina palpalis gambiensis* (Vanderplank, 1949) in the Sudanese zone of Mali, using deltamethrin impregnated traps and screens.** Djiteye A., Moloo S.K., Foua Bi K., Coulibaly E., Diarra M., Ouattara I., Traoré D., Coulibaly Z., Diarra A. (*in French*)
- 46 **Reading note**

FEED RESOURCES

- 46 **Reading note**
- 47 **Feeding of suckler ewes with straw based rations. Effect of nitrogen supplementation.** Srairi M.T. (*in French*)
- 55 **Chemical composition and metabolizable energy value of some feed resources for poultry in the Central African Republic.** Malibougou J.C., Lessire M., Hallouis J.M. (*in French*)

ANIMAL RESOURCES

- 63 **Djallonke sheep at Kolokopé (Togo): Reproductive traits in ewes and viability of lambs.** Missohou A., Bonfoh B., Kadanga A.K. (*in French*)
- 68 **Notices**
- 69 **Estrus traits in N'Dama and Jersey cows in Senegal after estrus control by norgestomet.** Diop P.E.H., Faye L., Fall R., Ly O., Sow A.M., Mbaye M., Fall A., Faye A., Boye C. (*in French*)
- 74 **Notices**
- 75 **Seasonal relations between serum monoamine oxidase activities and copper levels in Angora male goats (*Capra hircus*).** Altintas A., Celik S., Cevik M.Z. (*in French*)
- 81 **Review of adverse effects of some drugs in camels.** Al-Dughaym A.M., Afaleq A.I., Homeida A.M. (*in English*)
- 87 **Causes of young guinea fowl mortality in Burkina Faso.** Bessin R., Belem A.M.G., Boussini H., Compaore Z., Kaboret Y., Dembele M.A. (*in French*)

Sumario

PATOLOGIA INFECCIOSA

- 5 **Producción de anticuerpos de yema de huevo específicos para virus, para el diagnóstico de la enfermedad de Newcastle, bronquitis infecciosa y enfermedad de Gumboro, mediante la técnica de inmunofluorescencia directa de anticuerpos.** Gervelmeyer A., Abu-Ajamijeh H., Bani-Younis E., Anasweh O., Bzour N., Akasheh R., Clausen P.-H., Staak C., Monreal G. (*en inglés*)
- 11 **Dinámica de la inmunidad pasiva y estrategia de vacunación de terneros contra la peste bovina.** Tanya V.N., Keng A., Messine O., Ngangnou A., Zoyem N., Kulu I.N.D. (*en francés*)
- 17 **La fiebre del valle del Rift en Madagascar: riesgos de infección para el personal del matadero de Antananarivo.** Zeller H.G., Rakotoharinadrasana H.T., Rakoto-Andrianarivelo M. (*en francés*)
- 21 **Anticuerpos monoclonales anti IgG de cebú. Reactividades comparativas.** Atrax C., Nakounne E., Vincent J. (*en francés*)

PATOLOGIA PARASITARIA

- 25 **Observaciones preliminares de garrapatas y de enfermedades originadas por garrapatas en la provincia noroeste de Camerún. II. Cowdriosis bovina.** Ndi C., Bayemi P.H., Nfi A.N., Ekue F.N. (*en inglés*)
- 29 ***Trypanosoma vivax* en las Américas: morfometría y rango de huéspedes.** Dávila A.M.R., Ramirez L., Silva R.A.M.S. (*en inglés*)
- 36 **Información**
- 37 **Prueba de lucha contra la *Glossina palpalis gambiense* (Vanderplank, 1949), gracias al uso de trampas y pantallas impregnadas con deltametrina en zona sudanesa en Mali.** Djiteye A., Moloo S.K., Foua Bi K., Coulibaly E., Diarra M., Ouattara I., Traoré D., Coulibaly Z., Diarra A. (*en francés*)
- 46 **Nota de lectura**

RECURSOS ALIMENTICIOS

- 46 **Nota de lectura**
- 47 **Alimentación de ovejas lactantes con raciones a base de paja: efecto del complemento nitrogenado.** Sraïri M.T. (*en francés*)
- 55 **Composición química y contenido en energía metabolizable de las materias primas producidas en la República centroafricana y utilizables en avicultura.** Malibougou J.C., Lessire M., Hallouis J.M. (*en francés*)

RECURSOS ANIMALES

- 63 **El ovino Djallonke en Kolopé (Togo): parámetros de reproducción de las ovejas y viabilidad de los corderos.** Missohou A., Bonfoh B., Kadanga A.K. (*en francés*)
- 68 **Información**
- 69 **Características del estro en las hembras N'Dama y Jersey en Senegal después del ciclo sexual por norgestomet.** Diop P.E.H., Faye L., Fall R., Ly O., Sow A.M., Mbaye M., Fall A., Faye A., Boye C. (*en francés*)
- 74 **Información**
- 75 **Relaciones estacionales entre la actividad de la mono amino-oxidasa sérica y el nivel de cobre en el macho cabrío Angora (*Capra hircus*).** Altintas A., Celik S., Cevik M.Z. (*en francés*)
- 81 **Revisión de los efectos adversos de algunas drogas en camellos.** Al-Dughaym A.M., Afaleq A.I., Homeida A.M. (*en inglés*)
- 87 **Encuesta sobre las causas de mortalidad de los pollos de pintada en Burkina Faso.** Bessin R., Belem A.M.G., Boussini H., Compaore Z., Kaboret Y., Dembele M.A. (*en francés*)

Production of virus specific egg yolk antibodies for the diagnosis of Newcastle disease, infectious bronchitis and Gumboro disease by the direct fluorescent antibody technique

A. Gervelmeyer ^{1*} H. Abu-Ajamijeh ² E. Bani-Younis ²
O. Anasweh ² N. Bzour ² R. Akasheh ² P.-H. Clausen ³
C. Staak ⁴ G. Monreal ³

Key words

Newcastle disease - Infectious bronchitis - Gumboro disease - Diagnosis - Egg yolk - Antibody - Fluorescence - Poultry - Layer chicken.

Summary

The suitability of egg yolk antibodies (IgY) for the detection of the Newcastle disease virus (NDV), infectious bronchitis virus (IBV) and Gumboro disease virus (IBDV) by the direct immunofluorescent antibody test was examined. Laying hens were immunized with commercially available vaccines containing inactivated NDV, IBV and IBDV. High titers of specific antiviral egg yolk antibodies were detectable from 4 to 8 weeks after initial immunization for a period of about 20 weeks. IgY was precipitated from the yolk with ammonium sulfate and consecutively purified by affinity chromatography, attaining 1.46 mg specific IgY per yolk on average. After labeling with fluorescein-isothiocyanate (FITC) the sensitivity and specificity of the conjugates were evaluated on coverslip cell cultures. In the direct fluorescent antibody test the 1:4 or 1:8 in PBS diluted conjugates reacted specifically with their homologous antigen in impression smears prepared from organs of experimentally infected chicks and in coverslip cell cultures. Reactions with heterologous antigens did not occur and non-specific fluorescence was successfully suppressed by absorption of conjugates with liver powder. It is concluded that FITC-labeled egg yolk antibodies can be produced in a simple and economical way on a large scale and therefore present an interesting alternative to the common practice of producing fluorescent antibodies for the diagnosis of NDV, IBV and IBDV from the serum of chickens or rabbits, particularly for laboratories with limited financial resources.

INTRODUCTION

Poultry production is of growing economical importance in many African and Asian countries. At the same time, diseases caused by infections with the Newcastle disease virus (NDV), Gumboro disease virus (IBDV) or infectious bronchitis virus (IBV) impair the health of flocks considerably. Control of such diseases is crucial for increasing the rentability of poultry production. The diagnosis of viral poultry diseases, forming the basis of every control program, is often done through isolation of the infective agent. Other diagnostic means, that have been applied successfully

1. Joint FAO/IAEA Division for Nuclear Techniques in Food and Agriculture, Animal Production & Health Section, PO Box 100, 1400 Vienna, Austria

Tel: (43) 1 2060 21606; Fax: (43) 1 2060 7

E-mail: a.gervelmeyer@iaea.org

2. Jordan Centre for Veterinary Vaccines, Amman, Jordan

3. Freie Universität Berlin, Faculty of Veterinary Medicine, Berlin, Germany

4. GTZ-BgVV-Service-Laboratory, Federal Institute for Health Protection of Consumers and Veterinary Medicine, Berlin, Germany

* Corresponding author

for several years, are fluorescent antibodies (1, 2, 4, 7). They offer the opportunity to detect virus antigen directly in infected cells, making the laborious isolation of virus on tissue cultures or embryonated eggs dispensable in many cases. Fluorescent antibodies for the diagnosis of the main poultry diseases are commercially available, but at a price that prohibits their routine use in investigative laboratories with limited financial resources.

A method for the production of diagnostic antibodies that is simple and yields large quantities of specific antibodies in an economically and ecologically sound way would represent an interesting alternative to the purchase of commercial diagnostics. Recently, polyclonal antibodies from egg-yolk of immunized hens, IgY, have been discussed as a potential alternate to mammal antibodies (3, 10). IgY equals mammal IgG in its immunological properties (10) and can be employed in various serological tests such as precipitation, agglutination and neutralization techniques as well as in enzyme-linked immunosorbent assays (3, 10, 11).

The present study aimed at clarifying whether IgY can be used to produce antiviral fluorescent antibodies, that are suitable for the direct detection of virus antigen in specimens from infected poultry.

■ MATERIALS AND METHODS

Chicken embryo fibroblast-cultures

Chicken embryo fibroblasts (CEF) were prepared from 11-day-old specific pathogen free (SPF) chicken embryos as previously described (5). CEF-cultures on coverslips were prepared for the evaluation of the FITC-conjugates. A suspension of 10^6 cells per ml was seeded onto tissue culture petri dishes containing coverslips. The covered petri dishes were incubated at 37°C in a moist atmosphere containing 5% CO₂ until confluency of cells was observed. For the propagation of virus antigen for use as antigen in affinity chromatography, a suspension of 8×10^5 CEF per ml was seeded onto Roux-bottles and incubated at 37°C until confluency was reached.

Infection of chicken embryo fibroblast cultures with NDV, IBV and IBDV

For infection of confluent cell cultures, the growth medium was removed. Several flasks of cell cultures were each infected with 100 ml minimum essential medium with Earle's salts (MEME) containing either 1 ml of a suspension of NDV Hitchner B1 or 1 ml of a suspension of IBV Beaudette 222 or 1 ml of a suspension of IBDV D 78 (Institute for Poultry Diseases, Freie Universität Berlin). Incubation was continued at 37°C in a moist atmosphere containing 5% CO₂.

When the first cells showed cytopathic effects, the coverslip cultures were washed with PBS after removal of the medium, air dried and fixed in cooled acetone for 10 min at -20°C. After fixation they were once again washed with PBS, thoroughly dried and stored at -20°C.

The cultures in Roux bottles were incubated until cytopathic effects were pronounced and detachment of cells was observed on a large scale. The supernatant of these cultures was harvested and stored at -20°C. After thawing at 4°C, the supernatant was centrifuged at 7000 x g for 30 min to spin off cell debris and subsequently centrifuged in a Sorvall RC-5B refrigerated superspeed centrifuge for 120 min at 50,000 x g (supernatant of NDV-/IBDV-infected cultures) or 30,000 x g (supernatant of IBV-infected cultures). The resulting sediment was resuspended in 0.05 M carbonate/bicarbonate buffer, pH 9.6, and diluted to 1/100 of the initial volume.

Preparation of antiviral antibodies

White-Leghorn- and Brown-Leghorn-hens from a commercial Jordanian breeder were raised individually in cages and received feed and water *ad libitum*. They were not vaccinated until the beginning of the trial. At the age of 17 weeks three groups of layer chickens were each vaccinated with a commercial oil adjuvant vaccine containing either inactivated NDV, La Sota strain (TAD, Cuxhaven) or IBV, Mass 41 strain (TAD), or IBDV, D 78 strain (Intervet, Boxmeer). Each hen received 0.5 ml subcutaneously or intramuscularly following the manufacturer's recommendations. The immunization was repeated at 2, 5 and 10 weeks after the initial immunization. Eggs were collected over a period of 6 months and stored at 4°C until processed for extraction of egg yolk antibodies.

Extraction and purification of egg yolk antibodies

Each egg yolk was tested for its content of specific antiviral antibodies by indirect ELISA (Flockchek, Idexx). Antibodies from yolk with high titers were isolated by ammonium sulfate precipitation as described by Jensenius *et al.* (7) and Wallmann *et al.* (12). After dialysis against PBS the antibody pool was purified by affinity chromatography following the method recommended by Pharmacia, Freiburg. NDV-, IBV- or IBDV-antigen, concentrated by ultracentrifugation, was immobilized on a matrix of CNBr-Sepharose (Pharmacia, Freiburg). The IgY-solution was added to the column (PD 10, 8 x 1.6 cm, Pharmacia) and the specific antiviral IgY was allowed to bind to the immobilized antigen, while IgY with other specificity was washed out. In the next step the retained specific IgY was eluted by adding 0.1 M glycine-HCl buffer, pH 2.5. Following dialysis against PBS the protein concentration was measured using Biuret reagent (13) and adjusted to 10 mg/ml.

Labeling of egg yolk antibodies with fluorescein-isothiocyanate

The antibodies were labeled with fluorescein-isothiocyanate (FITC) according to the method described by Goldman and Carver (6). Unbound FITC was removed by gel filtration on Sephadex G 25 equilibrated with PBS as described by Porath and Flodin (10).

Adjustment of FITC labeled egg yolk antibodies

The anti-NDV-, anti-IBV- and anti-IBDV-FITC conjugates were diluted in PBS after absorption with acetone-precipitated chicken liver powder (8). Titration was performed on CEF-coverslip cultures infected with homologue virus at dilutions between 1:2 to 1:32. Coverslip cultures infected with heterologue virus and uninfected cultures were included as controls. The optimal dilution of the conjugates resulting in a bright fluorescence of infected cells against a dark background was chosen as working dilution in the direct fluorescence test on smears of experimentally infected organs.

Experimental infection of chicks

Forty-eight Brown-Leghorn chicks bought from a commercial hatchery were divided into three groups and kept in separate housing units. At the age of 21 days, when maternal antibodies were no longer detectable in the serum by indirect ELISA, group 1 was infected intranasally with 7×10^4 EID₅₀ of IBV MA 5 (Intervet), group 2 was infected intranasally with 7×10^7 EID₅₀ of NDV La Sota (IVAZ SrI) and group 3 was infected perorally with 7×10^3 EID₅₀ of IBDV D 78 (Intervet). Two chicks of each group were exsanguinated daily and smears were prepared from different organs. The specimens were fixed in acetone at -20°C for 10 min and stored at -20°C until tested in the direct fluorescent antibody test.

Direct fluorescent antibody test

The smears were thawed and stained for 30 min at 37°C with conjugate. After incubation the slides were washed with PBS three times, dried and mounted in glycerol with 10% PBS, covered with a coverslip and examined under a fluorescent microscope at a magnification of x 400. The severity of the infection was graded from 0 for no fluorescence to 3 for many fluorescent foci distributed over the entire smear (a focus being a cell or cell debris).

RESULTS

Development of specific antiviral egg yolk antibodies

For a period of 26 weeks after initial immunization yolk samples were tested by ELISA for their antibody content. The results, expressed as the ratio of the mean absorbance value of the sample and the mean absorbance value of the positive control serum (percent positivity), are shown in figure 1. The animals responded to the initial immunization and the following booster injections in week 2 and 5 with a marked rise in antibody production with a peak reached around 10-16 weeks post immunization (p.i.) and the formation of a subsequent plateau lasting approximately 7-10 weeks (figure 1).

Extraction and purification of egg yolk antibodies

Yolk samples with reasonable antibody titers were chosen for isolation of globulins. Up to 59 mg of protein per egg yolk were extracted by ammonium sulfate precipitation. After purification by affinity chromatography 1.46 mg of specific anti-NDV-, anti-IBV- and anti-IBDV- γ -globulins were recovered on average from one egg yolk.

Sensitivity and specificity of FITC labeled NDV-, IBV- and IBDV-specific egg yolk antibodies

The sensitivity of antiviral conjugates was tested on coverslip cultures of CEF infected with the homologous virus. A bright, cytoplasmic fluorescence against a dark background was observed, when the conjugates were applied at dilutions of 1:8 or 1:4 (table I). No fluorescence was observed when the conjugates were applied to specimens infected with a heterologous antigen or on uninfected coverslip cultures.

Demonstration of viral antigen in organs from experimentally infected chicks with FITC-labeled egg yolk antibodies

The results of the direct fluorescent antibody test on smears made from organs of experimentally infected chicks are shown in tables II to IV. All smears prepared before experimental infection and from chicks of the control group tested negative. Fluorescence was only observed on smears incubated with the homologous conjugate.

DISCUSSION

The fluorescent antibody test has been used for several years for the diagnosis of Newcastle disease, infectious bronchitis and Gumboro disease (1, 2, 7). The antibodies used in this test have usually been obtained from the serum of immunized chickens or rabbits, which were exsanguinated for this purpose. The quantities of antibodies that can be attained by this method vary according to the blood

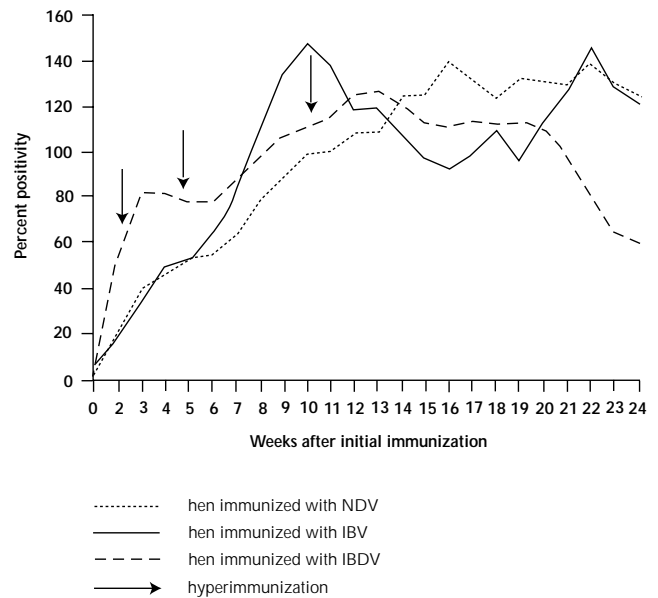


Figure 1: Development of antibodies in the yolk of immunized hens measured by indirect ELISA (percent positivity = mean absorbance value of sample/mean absorbance value positive control serum).

Table I

Specificity and sensitivity of FITC-conjugates in the FAT

Antigen	Dilution of conjugate	Anti-NDV-FITC-conjugate	Anti-IBV-FITC-conjugate	Anti-IBDV-FITC-conjugate
Homologous antigen	1:2	3+	3+	3+
	1:4	3+	2+	3+
	1:8	2+	+	2+
	1:16	+	+	+
	1:32	+	-	+
Heterologous antigen 1	1:2	-	-	-
Heterologous antigen 2	1:2	-	-	-
Uninfected cells	1:2	-	-	-
Working dilution		1:8	1:4	1:8

- = no fluorescence; + = weak fluorescence; 2+ = bright fluorescence; 3+ = very bright fluorescence

volume of the animal sacrificed. Gehringer (4) isolated 50 mg γ -globulins from 10 ml chicken serum by batch preparation using DEAE-cellulose; Schwarzkopf (11) reports that an amount of 10-50 mg of specific antibodies can be achieved by bleeding one rabbit.

These amounts are opposed to the quantities of egg yolk antibodies attainable from immunized laying hens every day. Gassmann *et al.* (3) report gains of 3 mg specific IgY per egg that can be obtained daily from day 30-50 p.i. onwards. In the present study

Table II

Results of the FAT on impression smears of organs from 14 chicks experimentally infected with NDV

Days p.i.	Trachea	Lungs	Caecum	Spleen	Liver	Brain
1	1	1	0	1	0	0
2	1	1	1	1	0	0
3	1	1	1	2	1	0
4	2	1	2	2	2	0
5	2	2	2	2	1	1
6	2	2	1	1	1	1
7	1	2	1	1	0	0

0 = no fluorescence detected on the slide; 1 = sporadic fluorescent foci on some sites; 2 = sporadic fluorescent foci on many sites

Table III

Results of the FAT on impression smears of organs from 14 chicks experimentally infected with IBV

Days p.i.	Trachea	Lungs	Kidneys	Spleen	Liver
1	1	0	0	1	0
2	1	1	1	1	0
3	2	1	2	1	2
4	2	1	1	1	1
5	2	2	1	2	2
6	2	2	1	1	1
7	1	1	0	1	0

0 = no fluorescence detected on the slide; 1 = sporadic fluorescent foci on some sites; 2 = sporadic fluorescent foci on many sites

Table IV

Results of the FAT on impression smears of organs from 14 chicks experimentally infected with IBDV

Days p.i.	Bursa	Spleen
1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	3	2
5	2	1
6	2	1
7	1	1

0 = no fluorescence detected on the slide; 1 = sporadic fluorescent foci on some sites; 2 = sporadic fluorescent foci on many sites; 3 = many fluorescent foci on all sites

reasonable titers of antiviral antibodies appeared four to eight weeks after initial immunization, with 1.46 mg specific IgY on average in the egg yolk of immunized hens. These quantities were produced for a period of about 20 weeks. Labeled with FITC, the egg yolk antibodies reacted specifically with the homologous virus in infected tissue cultures as well as in smears from experimentally infected chicks.

CONCLUSION

From the results of this study it can be concluded that FITC-labeled IgY is suitable for use as a diagnostic reagent for the detection of poultry virus infections in different clinical specimens. It can be produced in large amounts in a simple and cheap manner. The need for isolators or specific-pathogen-free units for housing the laying hens is circumvented by removal of antibodies with unwanted specificity by affinity chromatography. These properties of FITC-labeled IgY make the described method for the production of fluorescent egg yolk antibodies a useful method for providing reagents for the diagnosis of poultry diseases especially for diagnostic laboratories with limited financial resources.

REFERENCES

- ALLEN G.M., MCNULTY M.S., CONNOR T.J., MCCRACKEN R.M., MCFERRAN J.B., 1984. Rapid diagnosis of infectious bursal disease infection by immunofluorescence on clinical material. *Avian Pathol.*, **13**: 419-427.
- BULOW V. VON, SCHNEIDER L.G., 1969. Fluoreszenzserologischer Nachweis des Hühner-Bronchitisvirus in Zellkulturen und Küken. *Zentralblatt Vet. Med. B*, **16**: 10-23.
- GASSMANN M., WEISER T., THOMMES P., HUBSCHER U., 1990. Das Hühner als Lieferant polyklonaler Antikörper. *Schweiz. Arch. Tierheilk.*, **132**: 289-294.
- GEHRINGER K.-J., 1974. Zum Nachweis des Erregers der Newcastle-Krankheit aus Sektionsmaterial mit Hilfe der direkten Immunfluoreszenz. *Dtsch. Tierärztl. Wschr.*, **81**: 297-324.
- GERVELMEYER A., 1995. Herstellung von virusspezifischen vitellinen Antikörpern und deren Einsatz im direkten Immunfluoreszenztest zum Nachweis der Erreger der Geflügelkrankheiten Newcastle Disease, Infektiöse Bronchitis und Gumboro Disease. *Vet. Med. Diss.*, Freie Universität Berlin, Berlin, Deutschland, 111 p.
- GOLDMAN M., CARVER R.K., 1957. Preserving fluorescein isocyanate for simplified preparation of fluorescent antibody. *Science*, **126**: 839-840.

7. JENSENIUS J. Chr., ANDERSEN I., HAU J., CRONE M., KOCH C., 1981. Eggs: conveniently packaged antibodies. Methods for purification of yolk IgG. *J. Immunol. Meth.*, **46**: 63-68.
8. MAESTRONE G., COFFIN D.L., 1964. Study of Newcastle disease by means of fluorescent antibody technique. *Am. J. vet. Res.*, **25**: 217-223.
9. MAYR A., BACHMANN P.A., BIBRACK B., WITTMANN G., 1977. Reinigung der Konjugate. Adsorption mit Gewebepulver oder Kulturzellen. In: *Virologische Arbeitsmethoden*, Band II. Serologie. Stuttgart, Deutschland, New York, USA, Gustav Fischer Verlag, p. 575.
10. PORATH J., FLODIN P., 1960. Gel filtration: a method for desalting and group separation. *Nature*, **183**: 1657-1659.
11. SCHWARZKOPF C., 1994. Gewinnung und immunologische Charakterisierung speziesspezifischer IgG sowie deren Einsatz zur Bestimmung der Wirtstierart aus dem Abdominalblut hämatophager Insekten. *Vet. Med. Diss.*, Freie Universität Berlin, Berlin, Deutschland, 136 p.
12. WALLMANN J., STAAK C., LUGE E., 1990. Einfache Methode zur Isolierung von Immunglobulin (Y) aus Eiern immunisierter Hühner. *J. vet. Med. B*, **37** : 317-320.
13. WEICHSELBAUM T.E., 1946. An accurate and rapid method for the determination of proteins in small amounts of blood serum and plasma. *Am. J. Clin. Pathol.*, **16**: 40-49.

Reçu le 7.10.97, accepté le 25.5.98

Résumé

Gervelmeyer A., Abu-Ajamijeh H., Bani-Younis E., Anasweh O., Bzour N., Akasheh R., Clausen P.-H., Staak C., Monreal G. Production d'anticorps de jaune d'œuf antiviraux spécifiques pour le diagnostic de la maladie de Newcastle, de la bronchite infectieuse et de la maladie de Gumboro par le test d'immunofluorescence directe

Les possibilités d'utilisation d'anticorps de jaune d'œuf (IgY) pour la détection des virus de la maladie de Newcastle (NDV), de la bronchite infectieuse (IBV) et de la maladie de Gumboro (IBDV) par le test d'immunofluorescence directe ont été examinées. Des poules pondeuses ont été immunisées avec différents vaccins commerciaux à NDV, IBV et IBDV inactivés. L'immunisation a donné des titres élevés d'anticorps spécifiques dans le jaune d'œuf à partir de 4 à 8 semaines après l'immunisation initiale, et ce durant une période d'environ 20 semaines. Les IgY ont été extraites du jaune d'œuf par précipitation au sulfate d'ammonium, puis purifiées par la méthode de chromatographie d'affinité, donnant 1,46 mg d'IgY spécifique par jaune d'œuf en moyenne. Après marquage avec l'isothiocyanate de fluorescéine (FITC) la sensibilité et la spécificité des conjugués ont été évaluées sur des cultures cellulaires sur des lamelles couvre-objets. Dans le test d'immunofluorescence directe, les conjugués dilués au 1:8 ou au 1:4 avec du PBS réagissaient spécifiquement avec l'antigène homologue dans des calques d'organes de poussins infectés expérimentalement et dans des cultures cellulaires sur des lamelles couvre-objets. Aucune réaction n'a été observée avec des antigènes hétérologues. La fluorescence non spécifique était facilement éliminée par une absorption avec de la poudre de foie. En conclusion, ces résultats montrent que les IgY marquées avec FITC peuvent être produites en grandes quantités de manière facile et économique. Pour le diagnostic de NDV, IBV et IBDV, les anticorps de jaune d'œuf constituent donc une excellente alternative à la production d'anticorps fluorescents à partir du sang de lapins ou de poules, notamment pour les laboratoires ayant des moyens financiers limités.

Mots-clés : Maladie de Newcastle - Bronchite infectieuse - Maladie de Gumboro - Diagnostic - Jaune d'œuf - Anticorps - Fluorescence - Volaille - Poule pondeuse.

Resumen

Gervelmeyer A., Abu-Ajamijeh H., Bani-Younis E., Anasweh O., Bzour N., Akasheh R., Clausen P.-H., Staak C., Monreal G. Producción de anticuerpos de yema de huevo específicos para virus, para el diagnóstico de la enfermedad de Newcastle, bronquitis infecciosa y enfermedad de Gumboro, mediante la técnica de inmunofluorescencia directa de anticuerpos

Se examinó la posibilidad de utilización de anticuerpos de yema de huevo (IgY) para la detección del virus de la enfermedad de Newcastle (NDV), el virus de la bronquitis infecciosa (IBV) y el virus de la enfermedad de Gumboro (IBDV), mediante la prueba de inmunofluorescencia directa de anticuerpos. Se inmunizaron gallinas ponedoras con vacunas comerciales, conteniendo NDV, IBV y IBDV inactivados. Se detectaron altos títulos de anticuerpos de yema de huevo específicamente antivirales, de 4 a 8 semanas después de la inmunización inicial, durante un período de alrededor de 20 semanas. La IgY se precipitó a partir de la yema, con sulfato de amonio y se purificó seguidamente mediante cromatografía de afinidad, alcanzando un promedio de 1,46 mg de IgY específica por yema. Después de marcar con isotiocianato-fluoresceína (FITC), se evaluó la sensibilidad y la especificidad de los conjugados en cultivos celulares. Durante el test de inmunofluorescencia directa de anticuerpos, los conjugados diluidos a 1:4 y 1:8 en PBS reaccionaron específicamente con los antígenos homólogos en frotis preparados a partir de órganos de pollos infectados experimentalmente y en cultivos celulares. No se presentaron reacciones con antígenos heterólogos y la fluorescencia no específica se suprimió exitosamente mediante absorción de conjugados con polvo de hígado. Se concluye que los anticuerpos de yema de huevo marcados con FITC pueden producirse en larga escala, de manera simple y económica y por lo tanto representan una alternativa interesante a la práctica usual de producción de anticuerpos fluorescentes para el diagnóstico de NDV, IBV y IBDV, a partir de suero de pollos o conejos, particularmente en laboratorios con recursos financieros limitados.

Palabras clave: Enfermedad de Newcastle - Infecciosa bronquitis - Enfermedad de Gumboro - Diagnóstico - Yema de huevo - Anticuerpo - Fluorescencia.

Dynamique de l'immunité passive et stratégie de vaccination des veaux contre la peste bovine *

V.N. Tanya¹ A. Keng¹ O. Messine¹
A. Ngangnou² N. Zoyem² I.N.D. Kulu¹

Mots-clés

Bovin - Veau - Peste bovine - Vaccination - Immunité passive - Immunologie - Neutralisation - Anticorps - Cameroun.

Résumé

Afin de déterminer la dynamique de l'immunité passive contre la peste bovine, des veaux nés de mères immunisées ont été suivis sérologiquement de la naissance à l'âge d'un an. L'interférence éventuelle de ces anticorps avec la vaccination a été évaluée par le biais d'une vaccination des veaux présentant un large éventail de titres d'anticorps. Les anticorps d'origine maternelle ont diminué de manière progressive avec l'âge. A 8 mois, seuls 7 p. 100 des veaux en possédaient encore. Après cet âge, ces anticorps n'étaient plus détectables. L'analyse par régression du titre des anticorps maternels avec l'âge des veaux a montré une demi-vie de 48,01 jours. Ces anticorps ont empêché le développement d'une réponse à la vaccination, laquelle était inversement proportionnelle au niveau d'anticorps maternels présents au moment de la vaccination. Il a aussi été observé que les veaux ayant un titre élevé d'anticorps maternels n'avaient non seulement pas répondu à la vaccination, mais leur titre sérologique avait aussi décru. Ces résultats sont importants pour le planning des campagnes d'éradication de la peste bovine.

■ INTRODUCTION

La peste bovine est une maladie dévastatrice des bovins avec de graves conséquences sociales et économiques. C'est un vieux fléau des bovidés (bovins et buffles). C'est une maladie aiguë, fébrile, très contagieuse, caractérisée par un état typhique plus ou moins accusé, une inflammation des muqueuses, celle du tractus digestif en particulier, accompagnée d'érosion et de nécrose (8). La maladie se caractérise par une courte fièvre, une lymphocytolyse, une stomatite érosive et des diarrhées. Dans les populations bovines hautement sensibles, tous les animaux infectés tombent malades et la mortalité peut atteindre 90 p. 100 (6). Bien qu'étant éradiquée dans beaucoup de régions du monde, elle reste une des maladies économiquement importantes en Afrique et en Asie (15).

Malgré de nombreux efforts visant à son contrôle par la vaccination dans les années 1960 et 1976, elle a resurgi dans la majeure partie de l'Afrique au nord de l'Equateur à la fin des années 1970 et au début des années 1980 (9, 13). Cette résurgence serait due à l'existence d'une mauvaise couverture vaccinale dans de nombreuses zones. Il est aussi possible que la vaccination des veaux n'ait pas été complètement effective, résultant en une large population bovine susceptible. Il n'existe pas ou peu d'informations sur la dynamique de l'immunité passive au virus de la peste bovine chez les veaux et l'effet de cette immunité passive sur leur vaccination précoce. Cette information est primordiale pour déterminer l'âge optimum pour la vaccination contre la peste bovine. L'objet de cette étude est de fournir cette information par le suivi de la naissance à un an d'âge des veaux nés de vaches immunisées. Afin de démontrer l'effet des anticorps maternels sur la réponse immunitaire post-vaccinale, des veaux possédant divers niveaux d'anticorps maternels ont aussi été vaccinés.

■ MATERIEL ET METHODES

Veaux expérimentaux

Tous les veaux de l'expérience étaient nés dans un laps de temps assez court grâce à l'insémination artificielle avec de la semence fraîche de taureaux de race Goudali. L'objectif était de minimiser

* Etudes financées par l'Association des Universités Partiellement ou Entièrement de Langue Française, Université des Réseaux d'Expression Française (AUELF-UREF) dans le cadre de l'action « Laboratoires Associés Francophones (LAF) » du Fonds Francophone de la Recherche

1. Laboratoire Associé Francophone (LAF 309), Centre Régional de Recherche Agricole pour le Développement, Wakwa, BP 65, Ngaoundéré, Cameroun

Fax : (237) 25 15 57

2. Laboratoire National Vétérinaire (LANAVET), Boklé-Garoua, BP 503, Garoua, Cameroun

les effets et les difficultés pouvant découler des différences de saison de naissance. Pour ce faire, les vaches Goudali ont été sélectionnées sur la base de leurs performances de reproduction, leur cyclicité et leur non gravidité dans les troupeaux du Centre régional de la recherche agricole pour le développement de Wakwa, Cameroun. Elles ont ensuite été synchronisées avec des progestagènes (implants sous-cutanés Synchro Mate BND) et/ou de la prostaglandine F2 α (ou analogue). Neuf jours après le début du traitement, 330 UI de PMSG ont été injectées par voie intramusculaire. L'insémination artificielle a été réalisée à l'œstrus, détecté dans les 96 h qui ont suivi l'arrêt du traitement. Le diagnostic de gestation par toucher rectal a eu lieu à 90 et à 120 jours post-insémination.

Protocole expérimental

Les veaux obtenus ont été utilisés dans les expériences suivantes :

Etude de la dynamique de l'immunité passive contre la peste bovine chez les veaux

Des échantillons de sang ont été collectés par ponction jugulaire de chaque veau 24-36 h après la naissance et une fois toutes les deux semaines jusqu'à l'âge de 12 mois. Les sérums obtenus ont été conservés à -20 °C jusqu'au titrage des anticorps antibovipestiques. Des données obtenues ont été analysées par régression linéaire, et la demi-vie des anticorps colostraux anti- peste bovine déterminée en utilisant la méthode décrite par Bryan et coll. (4).

Effet des anticorps maternels sur la réponse immunitaire post-vaccinale

Afin de mener à bien cette étude, des veaux Goudali nés en station (mais différents de ceux utilisés dans l'étude dynamique) ont été regroupés en quatre classes d'âge (tableau I). Ils ont été vaccinés contre la peste bovine et des échantillons de sérum ont été prélevés au moment de la vaccination et deux semaines plus tard. Les sérums obtenus ont été conservés à -20 °C jusqu'au titrage des anticorps. Les titres d'anticorps ont été déterminés et les données analysées (régression et analyse de variance) afin d'évaluer les effets des anticorps maternels sur la vaccination.

Vaccination

Toutes les vaches gravides ont été vaccinées entre le sixième et le huitième mois contre la peste bovine. Le vaccin bovinepestique utilisé a été produit au Laboratoire national vétérinaire (LANAVET), Boklé-Garoua, Cameroun. C'est un vaccin thermostable produit à partir de cellules Vero (7). Le contrôle de la réponse post-vaccinale chez les mères vaccinées a été effectué avant le début des mises bas.

Alimentation

Les vaches et leurs veaux ont été maintenus sur pâturage de savane naturelle en saison des pluies, sur foin de savane naturelle et complément azoté à base de tourteau de coton en saison sèche.

Titrage des anticorps au virus de la peste bovine

Les sérums ont été testés par la méthode de séroneutralisation basée sur un titre constant de virus et un titre de sérum variable dans les plaques *microwell* stériles à fond plat à 96 cupules (11, 12). Le virus bovinepestique, souche RPKO, 99^e passage, a été préalablement titré dans un volume de 50 μ l sur cellules Vero. Le titrage a permis la détermination de la dilution du virus correspondant à 100 DICT₅₀ dans un volume de 50 μ l. Les cellules ont été cultivées en milieu MEM Glasgow, additionné de 10 p. 100 de sérum de veau, 2 p. 100 du mélange pénicilline/streptomycine (pénicilline G 10 000 UI/ml, streptomycine 10 000 mg/ml), 1 p. 100 de sulfate de gentamicine (50 mg/ml), 2 p. 100 amphotéricine B (250 μ g/ml) et ajusté à pH 7,2.

Les sérums à examiner ont été décomplémentés, testés en double à partir de la dilution 1/10^e, au contact de 50 μ l de virus bovinepestique à la dilution donnant 100 DICT₅₀. Le mélange ainsi obtenu a été incubé dans une étuve à CO₂ à 37 °C pendant une heure. Après contact, chaque cupule a reçu 100 μ l de milieu contenant environ 25 000 cellules Vero. L'incubation à l'étuve à CO₂ a été poursuivie pendant six jours pour obtenir le titre de chaque sérum. Les titres obtenus ont été exprimés comme le logarithme de l'inverse de la dilution de sérum ayant produit 50 p. 100 de protection (VN₅₀) à une dose de 100 DICT₅₀ de virus bovinepestique. Tous les tests ont été conduits en double et la valeur moyenne des dilutions calculée.

■ RESULTATS

Etude de la dynamique de l'immunité passive contre la peste bovine chez les veaux

Quarante-quatre veaux ont été utilisés pour cette étude. Les mères des veaux avaient au préalable été vaccinées 2 à 4 mois avant le vêlage. Malgré la grande dispersion dans l'intervalle entre la vaccination des mères et la naissance des veaux, 42 des 44 veaux (95,45 p. 100) âgés de 24 à 36 h possédaient des anticorps d'origine maternelle au virus de la peste bovine, de l'ordre de 1,6 à 3,12 log₁₀ VN₅₀. Les deux veaux restants ne présentaient pas d'anticorps détectables. Il est probable que ces veaux n'aient pas pris

Tableau I

Effet des anticorps maternels sur la réponse immunitaire post-vaccinale

Groupe d'animaux	Age (jours)	Nb. de veaux	Titre des anticorps maternels* (moyenne \pm e.t.)	Réponse post-vaccinale** (moyenne \pm e.t.)
I	0-90	29	2,05 \pm 0,66	-0,17 \pm 0,65
II	91-180	30	1,52 \pm 0,88	0,13 \pm 1,30
III	181-270	25	0,98 \pm 1,40	1,19 \pm 1,67
IV	> 270	20	0	2,58 \pm 0,62

* log₁₀ VN₅₀

** exprimés comme la diminution ou l'augmentation du niveau d'anticorps

de colostrum. La figure 1 présente la courbe de la dynamique des anticorps colostraux en fonction de l'âge. Le titre des anticorps maternels des veaux montre une diminution progressive avec l'âge. A 126 jours d'âge, seuls 52 p. 100 des veaux possédaient encore des anticorps maternels. Cette proportion a continué à décroître (38 p. 100 à 140 jours) de telle sorte qu'à l'âge de 238 jours (environ 8 mois), seuls 7 p. 100 des veaux ont encore montré la présence d'anticorps (titre moyen de $1,01 \log_{10} \text{VN}_{50}$) d'ailleurs difficilement détectables. Après cet âge, aucun veau n'a plus présenté d'anticorps maternels détectables. L'analyse par régression des anticorps maternels avec l'âge du veau montre une demi-vie de 48,01 jours. La régression linéaire, quant à elle, a un ajustement significatif ($p < 0,001$).

Réponse des veaux à une primo-vaccination contre la peste bovine en présence d'anticorps maternels

Les veaux utilisés dans cette étude présentaient une grande dispersion dans le titre des anticorps maternels ($0-3,12 \log_{10} \text{VN}_{50}$) au moment de la vaccination. La réponse (augmentation ou diminution post-vaccinale du titre des anticorps) à la vaccination a été inversement proportionnelle au niveau des anticorps maternels présents au moment de la vaccination (tableau I, figure 2). La vaccination des veaux en présence d'anticorps d'origine maternelle produisait une différence significative ($p < 0,001$) dans la réponse parmi les quatre groupes de veaux. Les veaux du premier groupe, âgés de 0 à 90 jours et possédant un haut niveau d'anticorps ma-

ternels, n'ont pas répondu à la vaccination et, de plus, ont présenté une diminution dans le titre de sérum (tableau I). Les veaux des groupes II et III, âgés respectivement de 91 à 180 et 181 à 270 jours, qui présentaient un niveau d'anticorps d'origine maternelle relativement bas ont répondu à la vaccination avec des augmentations du titre inversement proportionnelles au niveau des anticorps maternels au moment de la vaccination. Une réponse excellente à la première vaccination contre le virus de la peste bovine a été obtenue avec les veaux âgés de plus de 270 jours (environ 9 mois) qui ne présentaient pas d'anticorps d'origine maternelle.

L'analyse par régression (figure 2) de l'augmentation ou de la diminution post-vaccinale du titre des anticorps individuels par rapport au niveau des anticorps maternels présents au moment de la vaccination a montré un ajustement significatif ($p < 0,001$).

DISCUSSION ET CONCLUSION

Les différentes études ci-dessus ont montré que les anticorps maternels contre le virus de la peste bovine diminuaient progressivement avec l'âge. La réponse à la vaccination a été inversement proportionnelle au niveau des anticorps maternels présents au moment de la vaccination. Des titres élevés d'anticorps maternels interdisent la prise du vaccin. Le vaccin vivant antibovipestique connu pour son efficacité doit cependant être administré selon un protocole bien établi. Le contrôle de la peste bovine pourrait dès lors être amélioré si le moment optimum de son injection était respecté.

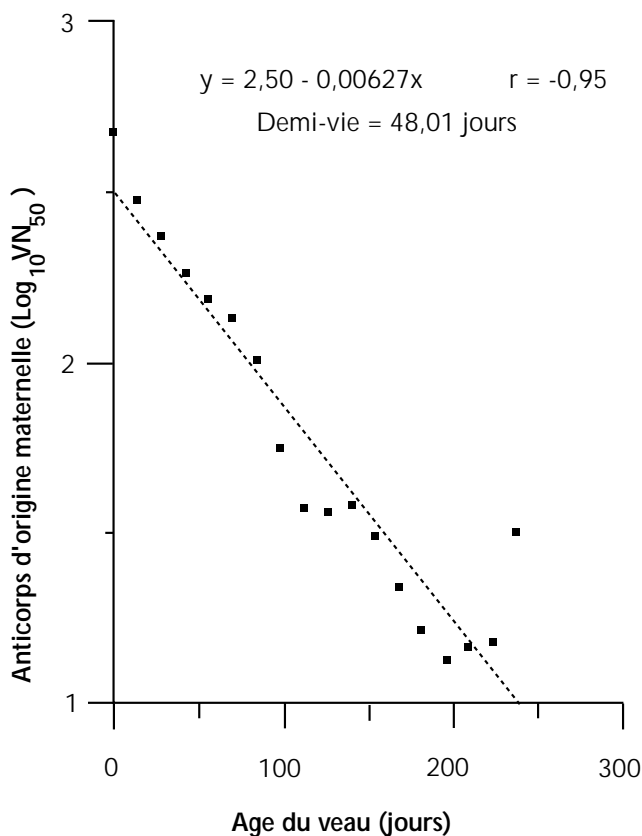


Figure 1 : déclin des anticorps d'origine maternelle avec l'âge du veau.

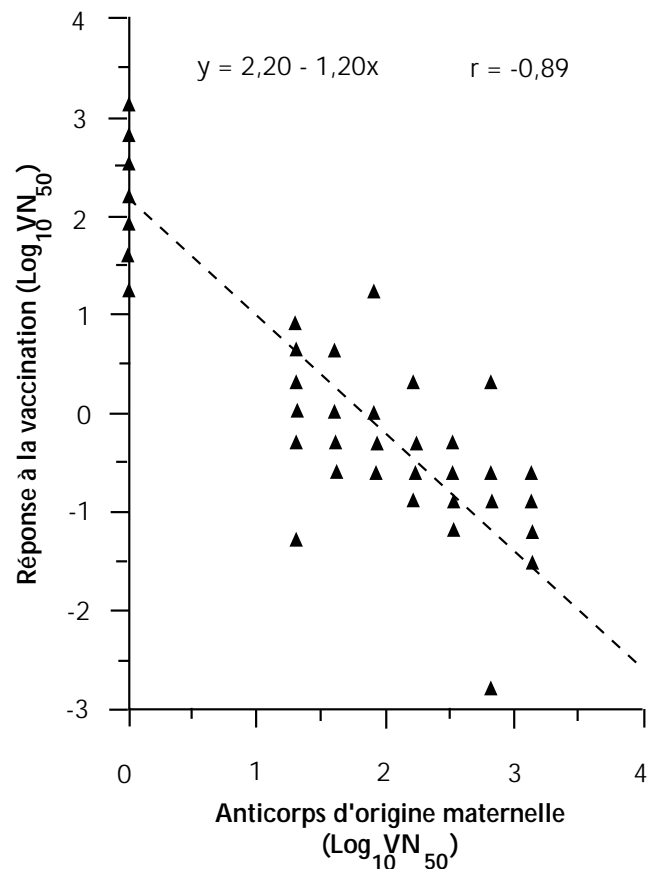


Figure 2 : réponse à la primo-vaccination en présence d'anticorps d'origine maternelle.

Ces résultats, comme ceux de Couacy-Hymann (5) et Strickland (16), sont indicatifs du fait que l'immunité passive chez la plupart des veaux persiste pendant une période inférieure à six mois. Ils diffèrent toutefois de ceux de Brown (2, 3) qui donnent un intervalle plus large, de 4 à 8 mois. Dans la présente étude, à 126 jours (4,2 mois), 52 p. 100 des veaux possédaient encore des anticorps d'origine maternelle. Ce nombre est supérieur aux 28 et 47 p. 100 rapportés par Couacy-Hymann (5) en Côte d'Ivoire sur des veaux âgés de 4 mois et issus de deux troupeaux différents.

Il a été trouvé, dans cette étude, une demi-vie de 48,01 jours alors que Brown (2, 3) rapporte une demi-vie de 37 jours. Les différences dans les méthodes d'estimation des indices de neutralisation peuvent être à l'origine des différences entre les résultats de cette étude, où une technique de microtitrage de culture tissulaire a été utilisée, et ceux des études de Brown qui a conduit ses tests de neutralisation sur des lapins.

Ces études ont montré que la vaccination des veaux âgés de 0 à 180 jours (0 à 6 mois) n'est pas totalement effective à cause de la présence d'anticorps d'origine maternelle relativement élevés. Cette situation pourrait conduire à l'établissement d'une large population bovine sensible. Il a été observé que la peste bovine se maintient dans de larges populations bovines où les animaux sensibles sont renouvelés à un rythme élevé. Dans ces populations, la maladie atteint généralement les jeunes animaux ayant perdu leurs anticorps maternels et n'ayant pas encore été vaccinés (14).

Ces études montrent que la peste bovine pourrait aussi être la maladie des animaux ayant été vaccinés précocement, au moment où le niveau des anticorps maternels était encore très élevé. En vue d'éviter cette situation, les veaux ayant été vaccinés avant l'âge de 6 mois devraient recevoir une deuxième vaccination à l'âge d'un an afin de pouvoir être totalement protégés contre la peste bovine.

Des travaux récents de séro-surveillance au Cameroun ont montré que près de 60 à 73 p. 100 des bovins sont protégés contre la peste bovine dans la province de l'Adamaoua, la zone d'élevage bovine par excellence du pays (10). Cette protection est indicative du fait que la plupart des veaux nés dans la province portent des anticorps antibovipestiques d'origine maternelle. Ces veaux pourraient ne pas être complètement protégés contre la peste bovine si la vaccination avait lieu avant l'âge de six mois. Les campagnes annuelles de vaccination telles que celles pratiquées au Cameroun pourraient laisser des milliers de veaux sans protection contre la peste bovine, ce qui pourrait contribuer à la résurgence de la maladie dans le pays.

La recherche sur la peste bovine à la fin des années 80 et au début des années 90 s'est focalisée sur la production de vaccins thermostables (1, 7, 17) qui ne dépendraient pas de la « chaîne de froid » comme la plupart des vaccins actuels. L'information apportée par les présentes études sera complémentaire à ces efforts.

Remerciements

Les auteurs sont reconnaissants à l'AUELF-UREF qui a financé ce travail. Ils remercient Dr Abdoukadir Souley, Directeur général du LANAVET, et Dr J.T. Banser, Directeur de l'ex-IRZV, dont l'aide et l'intérêt ont permis de mener à bien ce travail, ainsi que MM. Nguini Atanga et Hamet Moussa pour leur assistance technique.

BIBLIOGRAPHIE

1. BELSHAM G.J., ANDERSON E.C., MURRAY P.K., ANDERSON J., BARRETT T., 1989. Immune response and protection of cattle and pigs generated by a vaccinia virus recombinant expressing the F protein of rinderpest virus. *Vet. Rec.*, **124**: 655-658.
2. BROWN R.D., 1958. Rinderpest immunity in calves. I. The acquisition and persistence of maternally derived antibody. *J. Hyg. (Lond.)*, **56**: 427-434.
3. BROWN R.D., 1958. Rinderpest immunity in calves. II. Active immunisation. *J. Hyg. (Lond.)*, **56**: 435-444.
4. BRYAN M., ZIMMERMAN J.J., BERRY W.J., 1990. The use of half-lives and associated confidence intervals in biological research. *Vet. Res. Comm.*, **14**: 235-240.
5. COUACY-HYMAN E., 1994. La lutte contre la peste bovine en Côte d'Ivoire. Coûts et bénéfices des campagnes de prophylaxie. Problèmes posés par son éradication, vol. I et II. Thèse doct. Sci., Université de Paris XII, Paris, France.
6. FENNER F., BACHMANN P.A., GIBBS E.P.J., MURPHY F.A., STUDDERT M.J., WHITE D.O., 1987. *Veterinary virology*. London, UK, Academic Press, p. 496-503.
7. MARINER J.C., VAN DER ENDE M., HOUSE J.A., MEBUS C.A., SALIFOU S., STEM C., 1990. The serological response to a thermostable Vero cell adapted rinderpest vaccine under field conditions in Niger. *Vet. Microbiol.*, **22**: 119-127.
8. MORNET P., 1971. La peste bovine. In : *Traité des maladies à virus des animaux*, tome III/1. Maisons-Alfort, France, Vigot Frères Editions, p. 11-25.
9. NAWATHE D.R., LAMORDE A.G., 1985. Rinderpest in Nigeria: the unfinished story. *Vet. Rec.*, **117**: 669.
10. NGANGNOU A., ZOYEM N., 1994. Evaluation de la protection vaccinale contre la peste bovine au Cameroun. I. La Province de l'Adamaoua. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **47** : 35-37.
11. PLOWRIGHT W., FERRIS R.D., 1961. Studies with rinderpest virus in tissue culture. III. The stability of cultured virus and its use in viral neutralisation tests. *Arch. ges. Virusforsch.*, **11**: 516-533.
12. ROSSITER P.B., JESSET D.M., 1982. Microtitre techniques for the assay of rinderpest virus neutralizing antibody. *Res. Vet. Sci.*, **32**: 253-256.
13. ROSSITER P.B., JESSET D.M., WAFULA J.S., KARSTAD L., CHEMA S., TAYLOR W.P., ROWE L., NYANGE J.C., OTARU M., MUMBALA M., SCOTT G.R., 1983. Reemergence of rinderpest as a threat in East Africa since 1979. *Vet. Rec.*, **113**: 459-461.
14. ROSSITER P.B., WAMWAYI H.M., 1989. Surveillance and monitoring programmes for the control of rinderpest: a review. *Trop. Anim. Health Prod.*, **21**: 89-99.
15. SCOTT G.R., 1981. Rinderpest and peste des petits ruminants. In: Gibbs E.P.J. ed., *Virus diseases of food animals*. London, UK, Academic Press, p. 401-432.
16. STRICKLAND K.L., 1962. Vaccination of calves against rinderpest. *Vet. Rec.*, **74**: 630-631.
17. YILMA T., HSU D., JONES L., OWENS S., GRUGMAN M., MEBUS C., YAMANAKA M., DALE B., 1988. Protection of cattle against rinderpest with vaccinia virus recombinants expressing the HA or F gene. *Science*, **242**: 1058-1061.

Reçu le 30.9.97, accepté le 25.5.98

Summary

Tanya V.N., Keng A., Messine O., Ngangnou A., Zoyem N., Kulu I.N.D. Dynamics of passive immunity and strategy of vaccination of calves against rinderpest

To determine the rate of decay of maternally derived rinderpest virus antibodies, calves born of immune dams were serologically monitored from birth until one year of age. The potential interference of these antibodies with vaccination was evaluated by vaccinating calves possessing a wide range of maternal antibodies. The maternal antibodies diminished progressively with age. At about 8 months of age, only 7% of the calves still had maternal antibodies. After this age, maternal antibodies were not detectable. Regression analysis of the maternal antibody titer with age indicated a half life of 48.01 days. Maternally derived antibodies depressed the response to vaccination. This response was inversely proportional to the level of maternal antibodies present at the time of vaccination. It was also observed that calves with very high maternal antibody titers did not respond to vaccination and their maternal antibody titers even decreased. These results are important in the planning of rinderpest eradication programs.

Key words: Cattle - Calf - Rinderpest - Vaccination - Passive immunity - Immunology - Neutralization - Antibody - Cameroon.

Resumen

Tanya V.N., Keng A., Messine O., Ngangnou A., Zoyem N., Kulu I.N.D. Dinámica de la inmunidad pasiva y estrategia de vacunación de terneros contra la peste bovina

Con el fin de determinar la dinámica de la inmunidad pasiva contra la peste bovina, se siguieron serológicamente terneros nacidos de madres inmunizadas, desde el nacimiento hasta un año de edad. Se evaluó la eventual interferencia de estos anticuerpos con la vacunación, mediante una vacunación de los terneros que presentaban un gran abanico de títulos de anticuerpos. Los anticuerpos de origen materno disminuyeron progresivamente con la edad. A 8 meses, solo 7% de los terneros los poseían aún. Después de esta edad, estos anticuerpos no fueron detectables. El análisis por regresión del título de anticuerpos maternos con la edad de los terneros, mostró una vida media de 48,01 días. Estos anticuerpos deprimieron la respuesta a la vacunación, la cual fue inversamente proporcional al nivel de anticuerpos maternos presentes en el momento de la vacunación. Se observó igualmente que los terneros con un título de anticuerpos maternos elevados, no solamente no respondieron a la vacunación, sino que el título serológico también disminuyó. Estos resultados son importantes para el planeamiento de campañas de erradicación de la peste bovina.

Palabras clave: Ganado bovino - Ternero - Peste bovina - Vacunación - Inmunidad pasiva - Inmunología - Neutralización - Anticuerpo - Camerún.

La fièvre de la vallée du Rift à Madagascar : risques d'infection pour le personnel d'abattoir à Antananarivo

H.G. Zeller ^{1*} H.T. Rakotoharinadrasana ¹
M. Rakoto-Andrianarivelo ¹

Mots-clés

Genre humain - Virus de la fièvre de la vallée du Rift - Bovin - Transmission des maladies - Contrôle de maladies - Zoonose - Abattoir - Madagascar.

Résumé

La première manifestation épizootique de la fièvre de la vallée du Rift (FVR) à Madagascar a été rapportée en 1990-1991. Une enquête sérologique a été réalisée en janvier 1995 au niveau de l'abattoir principal d'Antananarivo pour déterminer les risques d'infection par le virus FVR chez le personnel. Des anticorps IgG FVR ont été rencontrés chez 12/126 employés (9,5 p. 100), en association dans 11 cas avec des anticorps IgM FVR. Tous les sujets positifs travaillaient dans la première partie de la chaîne d'abattage. Les 11 employés porteurs d'IgM représentaient 48 p. 100 du personnel du hall d'abattage. Ils ont été infectés très probablement par aérosol lors de l'abattage d'un animal virémique et n'ont manifesté aucune symptomatologie clinique. La surveillance hebdomadaire de 40 bovins à l'abattoir d'octobre 1994 à janvier 1995 a montré un taux de portage d'IgG FVR de 7,0 p. 100. Un seul animal a présenté des IgM FVR début décembre 1994. Des mesures préventives telles que le port obligatoire d'un masque au niveau de la chaîne d'abattage et, si possible, la vaccination du personnel à haut risque d'exposition sont recommandées.

■ INTRODUCTION

La fièvre de la vallée du Rift (FVR) est une anthroponose d'origine virale à transmission vectorielle culicidienne atteignant principalement les bovins et les petits ruminants. Limitée au continent africain, elle provoque chez les animaux infectés une atteinte hépatique, des avortements et une mortalité des jeunes. L'homme peut être infecté lors de l'abattage d'animaux infectieux (par contact ou par inhalation) ou secondairement par piqûre de moustiques vecteurs. De ce fait, les éleveurs, les agents vétérinaires et les employés des abattoirs constituent des populations à risque. Si les formes asymptomatiques sont de loin les plus fréquentes chez l'homme, cette maladie est classiquement associée à un syndrome fébrile bénin, ainsi qu'à des céphalées, des myalgies, des arthralgies, des douleurs rétro-orbitaires, et à une asthénie importante. Des encéphalites, des formes hémorragiques mortelles ont été décrites ainsi que des complications oculaires (8, 15). Les flambées

épizoo-épidémiques survenues en Egypte en 1977-78 (7) et en Mauritanie en 1987 (5) et les résurgences en 1993 (2) ont révélé que la FVR était une anthroponose majeure.

A Madagascar, le virus de la FVR a été isolé pour la première fois à partir de moustiques capturés en décembre 1979 dans la région d'Andasibe (48°25' S, 18°55' E). L'isolement du virus s'est accompagné de la contamination de quatre personnes du laboratoire qui ont présenté des signes pseudo-grippaux (4). Des enquêtes sérologiques dans différentes régions de l'île avaient montré un faible niveau de circulation du virus de la FVR aussi bien chez l'homme que chez les animaux (6). La première épizootie associée à des cas humains a été rapportée dans le district de Fenoarivo-Est sur la côte Est en mars 1990 (12). En janvier 1991, l'épizootie a gagné la région des hauts-plateaux autour d'Antananarivo puis d'Antsirabe (11). Le virus FVR a été isolé à partir de produits d'avortements dans différentes fermes d'élevage. Depuis 1991, des surveillances de la FVR ont été menées dans les foyers épizootiques précités et à proximité des villages où avait été enregistrée une pathologie abortive, dans certaines zones à forte densité animale, et à l'abattoir frigorifique d'Antananarivo (prélèvements au hasard des bovins) (10). Aucune flambée épizootique n'a été décelée.

Unité de Virologie, Institut Pasteur de Madagascar, BP 1274 Antananarivo 101, Madagascar
Tél. : 261 20 22 401 65 ; fax : 261 20 22 415 34
Email : zeller@pasteur.mg

* Auteur pour la correspondance

La présente étude a porté sur l'évaluation des facteurs de risque d'exposition des employés à l'abattoir frigorifique d'Antananarivo par enquête sérologique. Les activités de l'abattoir, construit en 1972, ont démarré en juillet 1974. Cet abattoir a été entièrement réhabilité en 1990 et a été doté d'un agrément d'exportation des viandes pour les pays de la Communauté économique européenne.

■ SUJETS ET METHODES

L'enquête s'est déroulée lors de la visite annuelle à la Médecine du travail, les 19 et 20 janvier 1995. Après consentement individuel, 126 parmi les 130 membres du personnel de l'établissement ont répondu à un questionnaire comportant notamment la date d'embauche à l'abattoir, les postes de travail successifs, les antécédents de vaccination, d'injection, de piqûres (par tiques, etc.), le contact avec diverses espèces animales en dehors du lieu de travail, les antécédents de maladies et d'hospitalisations éventuelles, les voyages en dehors de la région, et enfin les mesures de protection prises pendant le travail. Un prélèvement de sang veineux sur tube sec a été effectué. Un second prélèvement à trois semaines d'intervalle a été réalisé chez les employés porteurs d'anticorps FVR.

Les sérums, après centrifugation, ont été conservés à 4 °C jusqu'à traitement. Ils ont été testés par la technique ELISA d'immuno-capture pour la détection d'anticorps IgG/IgM FVR (13, 18). Pour la détection des IgG, la plaque Immulon II™ (Nunc, Danemark) a été sensibilisée avec un anticorps FVR de souris, l'antigène correspondant (souche AnMg 991) a été ajouté, puis les sérums à tester, à la dilution de screening 1:100, puis un conjugué anti IgG γ humaine couplé à la peroxydase (Kirkegaard & Perry, Gaithersburg, USA). La fixation du conjugué a été révélée par addition de substrat chromogène ortho-toluidine et quantifiée au spectrophotomètre Titertek Multiscan II™. Un anticorps anti chaîne μ humain (Kirkegaard & Perry) a été utilisé pour la sensibilisation des plaques pour la détection des IgM, suivi de l'addition des sérums à tester au 1:100, puis de l'antigène FVR, d'un anticorps FVR de souris et enfin d'un conjugué anti IgG de souris couplé à la peroxydase (Kirkegaard & Perry). Les titrages d'anticorps par dilution de série 2 des sérums ont été également réalisés. Pour les facteurs de risque, les comparaisons en proportion ont été effectuées avec le test exact de Fisher.

La confirmation des résultats obtenus par ELISA a été réalisée par séroneutralisation sur cellules Vero E6 comme précédemment décrit (16). Les sérums ont été testés aux dilutions 1/10 à 1/1 280. Le titre correspond à la dilution neutralisant 100 doses infectantes de virus FVR (souche AnMg 991).

En parallèle, un prélèvement de sang a été effectué régulièrement chaque semaine d'octobre 1994 à janvier 1995 sur 40 bovins arrivant à l'abattoir pour recherche d'anticorps FVR.

■ RESULTATS

La distribution des tâches des employés a permis de regrouper les différents départements en trois catégories selon le degré d'exposition à la FVR (tableau I) :

- groupe A (exposition maximale) : personnel en contact permanent avec des animaux vivants et aussi des viandes fraîchement abattues (section parc, hall d'abattage, triperie et boyauderie, frigorifique et couloir, sous-produits) ;

- groupe B (exposition modérée) : personnel en contact avec des carcasses abattues 24 h auparavant ou bien des carcasses réfrigérées (section découpe et manutention) ;

- groupe C (pas d'exposition) : absence de contact direct avec la carcasse et/ou les zébus vivants (section administration, cantine, menuiserie, sécurité, lingerie et transport).

Les employés de la section A étaient en moyenne plus âgés que les employés des sections B et C et travaillaient à l'abattoir depuis un plus grand nombre d'années.

Des anticorps IgG FVR ont été détectés chez 12 sur les 126 employés testés (9,5 p. 100) (tableau I) et confirmés par séroneutralisation (tableau II). Des IgM FVR ont été observées dans 11 cas (8,7 p. 100), en association avec des IgG FVR (tableau II). Tous les employés positifs travaillaient dans la section A de l'abattoir, dont 11 dans le hall d'abattage sur 23 personnes, soit 48 p. 100 de l'effectif, et 1 au niveau du parc. Parmi les 9 employés chez lesquels un second sérum a été obtenu, le titre d'IgM était stable pour 8 d'entre eux et en diminution dans 1 cas. Aucun contact des sujets positifs avec des animaux en dehors du milieu de travail n'a été rapporté lors de l'enquête, confirmant la contamination à l'abattoir.

Tableau I

Répartition des employés de l'abattoir d'Antananarivo par groupes d'exposition et postes de travail, et résultats des sérologies IgG/IgM FVR par ELISA réalisées en janvier 1995

Groupes d'exposition	Sections	Employés Nb.	FVR IgG Nb. (%)	FVR IgM Nb. (%)
A	Parc	8	1 (0,3)	
	Tuerie	4		
	Hall d'abattage	23	11 (47,8)	11 (47,8)
	Frigorifique et couloir	4		
	Triperie et boyauderie	10		
	Sous-produits	2		
Sous-total A		51	12 (23,5)	11 (21,5)
B	Découpe et manutention	8		
	Parage et désossage	28		
	Servant réfrigération	3		
	Sous-total B	39		
C	Maintenance	11		
	Cantine et lingerie	6		
	Sécurité	13		
	Administration	6		
Sous-total C		36		
Total		126	11 (8,7)	12 (9,5)

Tableau II

Titrage des anticorps FVR par ELISA et séroneutralisation chez les employés positifs de la section A, sur deux sérums prélevés à trois semaines d'intervalle (janvier 1995)

Postes de travail	Sérum 1			Sérum 2			
	Titres :	ELISA		SN	ELISA		SN
		IgM	IgG		IgM	IgG	
Dépouillage	3 200	800	160	3 200	800	40	
Parage	3 200	1 600	nt	1 600	800	nt	
Eviscération	1 600	1 600	20	1 600	1 600	40	
Dépouillage	400	800	160	nt	nt	nt	
Dépouillage	1 600	3 200	80	1 600	3 200	80	
Dépouillage	400	3 200	80	800	6 400	80	
Eviscération	1 600	800	nt	nt	nt	nt	
Dépouillage	3 200	3 200	nt	3 200	3 200	160	
Découpe tête et abats	400	800	80	400	80	40	
Découpe des carcasses	400	6 400	nt	400	12 800	160	
Découpe des carcasses	400	3 200	160	nt	nt	nt	

SN : séroneutralisation ; nt : non testé

Aucun antécédent clinique évocateur d'atteinte par le virus FVR n'a été rapporté au niveau de l'ensemble du personnel. Il n'y pas eu de manifestations cliniques rapportées pour les 11 employés qui ont été infectés récemment. La prévalence de sujets porteurs d'IgG FVR est significativement plus forte dans le groupe A ($p < 10^{-5}$). Il en va de même pour les sujets porteurs d'IgM FVR ($p < 10^{-4}$).

Au niveau du cheptel, sur les 600 animaux testés d'octobre 1994 à janvier 1995, 42 (7 p. 100) avaient des anticorps IgG FVR dont un seul en association avec des IgM spécifiques, début décembre 1994.

■ DISCUSSION

L'enquête a été réalisée dans le seul abattoir d'Antananarivo construit selon les normes de bonne pratique de manipulation, avec utilisation de matériels adéquats, une distribution des tâches stable et bien structurée, des mesures d'hygiène appropriées et des contrôles réguliers. La technique utilisée pour la détection des IgG et IgM FVR est spécifique de la FVR, d'autant qu'à Madagascar aucun autre *Phlebovirus* n'a été isolé jusqu'à présent et aucune vaccination FVR vaccin vivant atténué ou inactivé n'a été pratiquée. Chez l'homme, les IgM FVR qui apparaissent dans la semaine suivant l'infection atteignent leur maximum aux alentours du 10^e jour, restant en plateau pendant un à deux mois environ avant de disparaître définitivement. Les anticorps IgG qui apparaissent peu de temps après les IgM persistent plusieurs années.

La présence d'anticorps IgM FVR chez 11/126 employés de l'abattoir témoigne d'une atteinte récente par le virus de la FVR. Les employés séropositifs appartenaient tous au premier groupe d'exposition et, plus précisément, les employés porteurs d'IgM FVR provenaient uniquement de la section du hall d'abattage et étaient exposés au sang frais. Il semble probable que le personnel ait été infecté en décembre, période correspondant au début de la saison des pluies, période de transmission propice du virus comme l'ont montré les isolements à partir de moustiques en décembre 1979 et les manifestations épizootiques de 1990-1991 (4, 10). L'origine la plus probable de la contamination serait un ou plusieurs animaux virémiques asymptomatiques (d'un même lot) à l'abattage. La virémie chez l'animal dure environ quatre jours (17) et la concentration virale peut être très élevée jusqu'à 10^{10} parti-

cules par ml de sang (8). L'absence de manifestations cliniques au niveau du personnel a rendu l'infection inapparente. La contamination des employés du hall d'abattage a pu se faire de deux façons, soit par inhalation de particules infectées sous forme d'aérosol à partir du sang, soit par contact direct entre sang infecté et micro-lésions ou blessures de la peau. Si l'utilisation de gants voire de mono-gant métallique protège les mains de blessures par le couteau et limite la contamination par contact, l'absence de masque de protection avait été constatée lors de l'enquête. La source de contamination ayant été ponctuelle, la liaison avec l'âge n'est que le reflet de la liaison entre l'âge et l'appartenance à l'un des lieux de travail.

Dans une enquête réalisée dans un abattoir de bétail à Lusaka en Zambie, des anticorps avaient été observés chez 5 sur 53 personnes (9,4 p. 100). Par contre, parmi les 40 personnes d'un abattoir de porcs, aucune n'avait d'anticorps FVR (8). Une autre enquête sérologique similaire réalisée en 1979 dans deux abattoirs à Sinoia et Gatooma au Zimbabwe (3) par technique d'inhibition d'hémagglutination avait montré que sur 365 employés 18 p. 100 de ceux appartenant au groupe à exposition élevée étaient positifs pour IgG FVR, contre 3,2 et 2,9 p. 100 dans les groupes à exposition modérée ou nulle. En Egypte, une étude similaire durant l'épizootie de 1993 a montré une prévalence significativement plus élevée chez les employés travaillant à des postes à haut risque (1). Aucun épisode fébrile chez les personnes positives n'a été relevé dans les deux mois précédant l'enquête. Il a été suggéré que les employés d'abattoir pourraient constituer une population sentinelle pour la surveillance de la fièvre de la vallée du Rift (1).

Les résultats de toutes ces enquêtes montrent que le groupe d'employés en début de chaîne d'abattage, en contact direct avec le sang et les carcasses fraîches, présente un risque important de contracter la FVR. Le risque d'exposition reste cependant limité. A Antananarivo, un seul employé avait été antérieurement infecté, soit 1,9 p. 100 des personnes du groupe exposé qui travaillaient pour la plupart depuis plus de 10 ans au sein de cette section.

La grande majorité des animaux provenaient du marché au bétail le plus important du pays, Tsiranomandidy, qui drainait une grande partie du territoire. Il est donc impossible de préciser l'origine géographique de la contamination des animaux, sachant que la plupart d'entre eux cheminent à pied depuis leur zone d'élevage (14). En

décembre 1994, un bovin était porteur d'IgM FVR, signe de circulation du virus à bas bruit et un ou plusieurs animaux virémiques ont infecté 47 p. 100 des employés dans le hall d'abattage, principalement par aérosol. La recommandation du port de masque a été faite pour minimiser les risques d'infection. La vaccination du personnel à risque serait une mesure préventive appropriée mais impossible à réaliser étant donné l'absence de vaccin à usage humain disponible.

Remerciements

Nous tenons à remercier la direction des Abattoirs frigorifiques d'Antananarivo qui nous a permis d'effectuer cette enquête.

BIBLIOGRAPHIE

1. ABU-ELYAZEED R., EL-SHARKAWY S., OLSON J., BOTROS B., SOLIMAN A., SALIB A., CUMMINGS C., ARTHUR R., 1996. Prevalence of anti-Rift Valley fever IgM antibody in abattoir workers in the Nile Delta during the 1993 outbreak in Egypt. *Bull. WHO*, **74**: 155-158.
2. ARTHUR R.R., EL-SHARKAWY M.S., COPE S.E., BOTROS B.A., OUN S., MORRILL J.C., SHOPE R.E., HIBBS R.G., DARWISH M.A., IMAM I.Z., 1993. Recurrence of Rift Valley fever in Egypt. *Lancet*, **342**: 1149-1150.
3. CHAMBERS P.G., SWANEPOEL R., 1980. Rift Valley fever in abattoir workers. *Cent. Afr. J. Med.*, **26**: 122-126.
4. CLERC Y., RASOLOFONIRINA N., DIGOUTTE J.P., RODHAIN F., COULANGES P., 1981. Infection humaine à virus Zinga et Y251 (sous-type de Sindbis). *Arch. Inst. Pasteur Madagascar*, **50** : 60-67.
5. JOUAN A., LEGUENNO B., DIGOUTTE J.P., PHILIPPE B., RIUO O., ADAM F., 1988. An RVF epidemic in Southern Mauritania. *Ann. Virol.*, **139**: 307-308.
6. MATHIOT C., FONTENILLE D., GEORGES A.J., COULANGES P., 1989. Antibodies to haemorrhagic fever viruses in Madagascar. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, **83**: 407-409.

Summary

Zeller H.G., Rakotoharinadrasana H.T., Rakoto-Andrianarivelo M. Rift Valley fever in Madagascar: infection risks for the abattoir staff in Antananarivo

The first Rift Valley fever (RVF) epizootic was reported in Madagascar in 1990-1991. A serological survey was conducted in Antananarivo main slaughterhouse to determine the risks of infection by the RVF virus among workers in January 1995. In 12 out of 126 workers (9.5%), RVF IgG antibodies were detected in association with RVF IgM antibodies in 11 cases. All positive individuals worked in the first section of the slaughter line. The 11 RVF IgM positive workers represented 48% of the staff in that area. It is most likely that they were infected by an aerosol during the slaughter of a viremic animal. They did not show any clinical symptoms. Another serological survey conducted in 40 bovines every week in the abattoir from October 1994 to January 1995 showed a 7.0% RVF IgG prevalence rate. Only one animal was reported RVF IgM positive early December 1994. Preventive measures such as mandatory mask wearing on the slaughter line and if possible vaccination of high risk staff are recommended.

Key words: Mankind - Rift Valley fever virus - Cattle - Disease transmission - Disease control - Zoonosis - Abattoir - Madagascar.

7. MEEGAN J.M., 1979. The Rift Valley fever epizootic in Egypt 1977-78. 1. Description of the epizootic and virological studies. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, **73**: 618-623.
8. MEEGAN J.M., BAILEY C.H., 1988. Rift Valley fever. In: Monath T. ed., *The arboviruses, epidemiology and ecology*, Vol. 4. Boca Raton, FL, USA, CRC Press, p. 51-76.
9. MORITA C., 1988. Prevalence of Rift Valley fever in Lusaka and Mazabuka. *Zambia J. vet. Med.*, **35**: 157-160.
10. MORVAN J., ROLLIN P.E., LAVENTURE S., RAKOTOARIVONY I., ROUX J., 1992. Rift Valley fever epizootic in the central highlands of Madagascar. *Res. Virol.*, **143**: 407-415.
11. MORVAN J., ROLLIN P.E., ROUX J., 1992. Situation de la fièvre de la vallée du Rift à Madagascar en 1991. Enquêtes séro-épidémiologiques chez les bovins. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **45** : 121-127.
12. MORVAN J., SALUZZO J.F., FONTENILLE D., ROLLIN P.E., COULANGES P., 1991. Rift Valley fever in the East Coast of Madagascar. *Res. Virol.*, **142**: 475-482.
13. NIKALSSON B., PETERS C.J., GRANDIEN M., WOOD O., 1984. Detection of human immunoglobulins G and M antibodies to Rift Valley fever virus by enzyme-linked immunosorbent assay. *J. clin. Microbiol.*, **19**: 225-229.
14. RIBOT J.J., ANDRIAMAHENINA E.F., 1974. La commercialisation du bétail de Tsiroanomandidy à Tananarive. *Bull. Acad. malg.*, **51** : 237-238.
15. SIAM A.L., MEEGAN J.M., 1980. Ocular disease resulting from infection with Rift Valley fever virus. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, **74**: 539-541.
16. SWANEPOEL R., STRUTHERS J.K., ERASMUS M.J., SHEPERD S.P., MCGILLIVRAY G.M., 1986. Comparison of techniques for demonstrating antibodies to Rift Valley fever. *J. Hyg. Camb.*, **97**: 317-329
17. TURELL M.J., BAILEY C.L., ROSSI C.A., 1984. Increased mosquito feeding on Rift Valley fever virus infected lambs. *Am. J. trop. Med. Hyg.*, **33**: 1232-1238.
18. ZELLER H.G., BESSIN R., THIONGANE Y., BAPETEL I., TEOU K., GBAGUIDI ALA M., NDE ATSE A., SYLLA R., DIGOUTTE J.P., AKAKPO J.A., 1995. Rift Valley fever antibody prevalence in domestic ungulates in Cameroon and several West African countries (1989-1992) following the 1987 Mauritanian outbreak. *Res. Virol.*, **146**: 81-85.

Reçu le 24.4.97, accepté le 17.3.98

Resumen

Zeller H.G., Rakotoharinadrasana H.T., Rakoto-Andrianarivelo M. La fiebre del valle del Rift en Madagascar: riesgos de infección para el personal del matadero de Antananarivo

Entre 1990-1991, se reportó la primera manifestación epizootica de la fiebre del valle del Rift (FVR) en Madagascar. En enero de 1995 se llevó a cabo una encuesta serológica, a nivel del matadero principal de Antananarivo, con el fin de determinar los riesgos de infección por el virus FVR en el personal. Anticuerpos IgG FVR se encontraron en 12/126 de los empleados (9,5%), en 11 de los casos asociación con anticuerpos IgM FVR. Todos los individuos positivos trabajaban en la primera etapa de la cadena de sacrificio. Los 11 empleados portadores de IgM representaron 48% del personal del corredor de matanza. La infección se obtuvo probablemente por aerosoles, durante la matanza de un animal virémico y no hubo manifestaciones clínicas de sintomatología. La observación semanal de 40 bovinos en el matadero, de octubre 1994 a enero 1995, mostró una tasa de positividad para IgG FVR de 7.0%. Únicamente un animal presentó IgM FVR a inicio de diciembre 1994. Se recomiendan medidas preventivas, como el uso obligatorio de una máscara en la cadena de matanza y, de ser posible, la vacunación del personal a alto riesgo de exposición.

Palabras clave: Genero humano - Virus fiebre del Valle del Rift - Ganado bovino - Transmisión de enfermedades - Control de enfermedades - Zoonosis - Matadero - Madagascar.

Anticorps monoclonaux anti-IgGs de zébu. Réactivités comparatives

C. Atrax¹ E. Nakounne¹ J. Vincent^{1*}

Mots-clés

Bovin - Zébu - Immunoglobuline - Anticorps monoclonal.

Résumé

En utilisant des anticorps monoclonaux (Amclx) anti-IgGs de zébu, plusieurs sortes d'épitopes ont pu être identifiés : spécifiques du zébu, communs au zébu et au bœuf, au zébu et au mouton ou aux trois espèces. Ces épitopes et leur position sur la molécule d'IgG (de zébu) ont pu être déterminés pour certains d'entre eux.

■ INTRODUCTION

Au cours d'enquêtes sérologiques sur des zébus en République centrafricaine (1), les auteurs ont constaté que les sérums anti-immunoglobulines G (IgG) de mouton marqués à la peroxydase donnaient en réactions immunoenzymatiques (ELISA) des résultats bien supérieurs (en intensité et en sensibilité) à ceux des conjugués anti-bœuf.

■ MATERIEL ET METHODES

Pour contrôler le résultat de ces enquêtes sérologiques, les IgGs de deux sérums de zébu ont été concentrées par précipitations au sulfate d'ammonium.

Après plusieurs cycles de dialyse pour éliminer le sulfate d'ammonium, elles ont été soumises à une électrophorèse en gel de polyacrylamide (PAGE) et transférées sur membrane de nitrate de cellulose (Sigma ref N-2764). Trois conjugués anti-IgGs de bœuf et un sérum anti-IgGs de mouton d'origine commerciale marqués à la peroxydase ont été dilués au 1/50 et appliqués sur les IgGs transférées.

Après révélation de la réaction, seul le conjugué anti-mouton réagissait très nettement sur la totalité de la zone de migration élec-

trophorétique, les sérums anti-IgGs de bœuf ne révélant que très faiblement une bande très étroite. Ces derniers, produits sur la chèvre, animal zoologiquement proche du bœuf, étaient donc dirigés uniquement contre les épitopes spécifiques de cette espèce. En présence de sérums de zébu, ils ne pouvaient réagir que sur un nombre encore plus limité de déterminants antigéniques, ceux communs au bœuf et au zébu.

A l'inverse, produits sur le lapin, les sérums anti-IgGs de mouton pouvaient réagir sur un plus grand nombre d'épitopes de la molécule d'IgG de zébu : ceux communs au mouton et au zébu et ceux communs aux trois espèces.

Pour tenter d'évaluer les parentés antigéniques entre IgGs de bœuf, de mouton et de zébu, des anticorps monoclonaux (Amclx) ont été produits contre les IgGs de zébu purifiées et leurs réactivités ont été définies vis-à-vis des IgGs de bœuf et de mouton. Les immunoglobulines de bœuf, purifiées, étaient d'origine commerciale. Présentées sous forme de poudre prépesée (Sigma), elles ont également été prises comme référence pondérale pour déterminer les concentrations d'IgGs de zébu et de mouton par dosage spectrophotométrique.

Quant aux IgGs de mouton, elles ont été obtenues à partir d'un mélange de 10 sérums par précipitations au sulfate d'ammonium suivies de dialyses.

Production d'anticorps monoclonaux

Les cellules spléniques d'une souris BalbC immunisée contre les IgGs de zébu purifiées ont été fusionnées avec des cellules myélomateuses X63Ag8. Les hybrides ont été sélectionnés, selon le protocole décrit par Galfre et Milstein (2).

1. Institut Pasteur, BP 923, Bangui, République centrafricaine

* Auteur pour la correspondance

Adresse actuelle : 9 rue du Pin, 64000 Pau, France

Détection des clones sécrétants

Les clones producteurs d'immunoglobulines anti-IgGs de zébu ont été détectés par ELISA. Une microplaque a été sensibilisée pendant une nuit à 4 °C avec des IgGs de zébu purifiées (1 mg/ml dans du tampon bicarbonate, pH 9,5, préparé comme recommandé par Terninck et Avrameas (3)). Au bout de ce temps d'incubation, les IgGs non fixées ont été éliminées par trois lavages successifs avec du tampon de lavage (PBS + 1 p. 100 Tween 20). Les surnageants de culture des clones cellulaires à identifier ont été dilués au 1/5 avec du tampon Blotto. Ce dernier était composé de tampon de lavage + 5 p. 100 de lait écrémé en poudre (Difco). Ils ont été distribués ensuite dans la microplaque sensibilisée à raison de 100 µl/puits. Après une incubation d'une heure à 37 °C, la plaque a été lavée trois fois. Ensuite du conjugué peroxydase anti-Ig de souris (Diagnostic Pasteur), dilué dans du tampon Blotto suivant la concentration recommandée par le fabricant, a été remis dans les puits (100 µl). Après une heure d'incubation à 37 °C et trois autres lavages, une solution d'orthophénylène-diamine a été distribuée dans les puits pour révéler la réaction.

■ RESULTATS

Les résultats ont été lus à l'œil nu et par spectrophotométrie.

Dans le mois suivant la fusion, 30 hybridomes ont été détectés dont 10 seulement sont restés producteurs stables au cours des passages. Deux sous-clonages (par dilution limite) ont été nécessaires en moyenne pour obtenir des populations homogènes.

Les isotypes ont été identifiés à ce stade sur des concentrés de surnageants de culture par immuno-diffusion double en milieu gélosé contre des sérums spécifiques (Sigma). Tous les Amclx obtenus appartenaient à l'isotype IgG1.

Spécificités des Amclx

Les spécificités des différents Amclx vis-à-vis des IgGs de zébu, de bœuf et de mouton ont été déterminées par ELISA. Quatre types de réaction ont été identifiés :

- les produits des clones 1.3.E12, 1.4.C3 et 1.4.F2 n'ont réagi qu'avec les IgGs de zébu ;
- l'anticorps monoclonal 1.1.H4 était spécifique d'un épitope présent sur les IgGs de zébu et de bœuf, mais absent chez celles du mouton ;
- les Amclx 1.3.D3, 1.3.F2 et 1.5.C4 n'ont réagi qu'avec les IgGs de zébu et de mouton ;
- les Amclx 1.3.C8, 1.3.F3 et 1.4.C10 ont reconnu des déterminants antigéniques présents sur les IgGs des trois espèces.

Positionnement des épitopes

Pour tenter de situer sur la molécule d'IgG de zébu les épitopes cibles des différents Amclx, les IgGs purifiées ont été soumises à des digestions pepsiques et papainiques selon les protocoles décrits par Terninck et Avrameas (3). Puis, les produits de digestion ont été soumis, en parallèle avec des IgGs non traitées, à une électrophorèse sur gel de polyacrylamide (PAGE) et transférés sur filtre de nitrocellulose.

Sur le transfert des IgGs complètes, les anticorps 1.3.E12 et 1.4.C3 (du premier groupe), ainsi que ceux du clone 1.3.F2 (du troisième groupe) ont réagi faiblement : le premier sur une zone très limitée, les autres sur une surface plus importante. Seuls les anticorps 1.3.C8, 1.3.F3 et 1.4.C10 ont réagi fortement sur la zone supérieure du transfert.

Les produits de traitement pepsique n'ont donné, après transfert, des réactions qu'avec les Amclx 1.3.C8, 1.3.F3 et 1.4.C10. Avec le traitement des IgGs à la papaine, seuls les Amclx 1.3.F3 et 1.4.C10 ont réagi sur la zone correspondant au F(ab).

La réactivité des différents Amclx vis-à-vis des produits de digestion pepsique a également été déterminée par ELISA dans des microplaques. L'anticorps 1.3.C8 qui a présenté le titre le plus faible vis-à-vis des IgGs complètes (tableau I) a été utilisé au 1/10. Les autres ont été dilués en fonction de leur titre et par rapport à la dilution de l'anticorps 1.3.C8 de façon à ce que tous les Amclx fussent présents dans la réaction en quantités à peu près équimolaires. Seuls les Amclx 1.1.H4, 1.3.C8, 1.3.F3 et 1.4.C10 ont réagi positivement : le premier très fortement (DO > 1), les autres plus faiblement.

Tableau I

Nomenclature et caractéristiques des Amclx

Clone	Sous-clone sélectionné	Isotype	Spécificité (ELISA)	Position Cible	Titre limite ascite sur IgGs de		
					Zébu	Bœuf	Mouton
1.1.H4	PL2D3/G12	IgG1	Z+B	F(ab') ₂	1/50 000	1/50 000	0
1.3.C8	PL2B5/H6	IgG1	Z+B+M	F(ab') ₂	1/12 800	1/3 200	1/6 400
1.3.D3	PL2G11/F5	IgG1	Z+M	ND	1/25 000	0	1/6 400
1.3.E12	PL2A10/H4	IgG1	Z	NDP	1/200 000	0	0
1.3.F2	PL1E1/F10	IgG1	Z+M	ND	1/100 000	0	1/25 000
1.3.F3	PL2F2/D11/H9	IgG1	Z+B+M	F(ab)	1/25 000	1/3 200	1/12 800
1.4.C3	PL2F4/E11	IgG1	Z	NDP	1/100 000	0	0
	PL2G10/B4		Z	NDP	1/100 000	0	0
1.4C10	PL2G7/D3	IgG1	Z+B+M	F(ab)	1/50 000	1/25 000	1/3 200
1.4F2	PL2B3	IgG1	Z	ND	NF	0	0
1.5.C4	PL2G11/F1/F1	IgG1	Z+M	ND	1/100 000	0	1/25 000

Z = zébu ; B = bœuf ; M = mouton

ND = non déterminé ; NDP = non déterminé précisément

NF = non fait

■ DISCUSSION ET CONCLUSION

Les anticorps 1.3.E12, 1.4.C3 et 1.4.F2 spécifiques des seules IgGs de zébu ont réagi de façon différente sur les transferts des IgGs totales après PAGE :

- l'épitope cible de l'anticorps 1.4.F2 n'était plus reconnu : c'était un épitope conformationnel dont la position sur la molécule n'a pu être déterminée ;

- les épitopes correspondant aux anticorps 1.3.E12 et 1.4.C3 étaient non conformationnels puisque toujours reconnus sur les transferts des IgGs complètes après PAGE. Les positions et largeurs de leurs zones de réaction respectives étant différentes, ils pouvaient être considérés comme différents l'un de l'autre.

Sur les transferts des produits de digestion enzymatique, ces anticorps n'ont plus reconnu leurs épitopes respectifs. Ceux-ci étaient probablement situés hors du fragment F(ab')₂ pour l'un et au niveau de la zone d'attaque de la papaïne pour l'autre.

L'anticorps 1.1.H4 correspondait à un épitope présent à la fois sur les IgGs de zébu et sur celles de bœuf et, par conséquent, différent des précédents. Il n'a reconnu son épitope cible sur aucun transfert après PAGE des IgGs complètes ou traitées. Il a réagi uniquement sur les produits de digestion pepsique directement fixés sur microplaques. L'épitope correspondant était donc conformationnel et situé sur le fragment F(ab')₂.

Dans le troisième groupe, seul l'anticorps 1.3.F2 a réagi sur le transfert après PAGE des IgGs complètes. L'épitope correspondant, non conformationnel sur la molécule complète, n'était plus reconnu sur les produits des traitements enzymatiques soumis à électrophorèse et transférés sur nitrocellulose ou directement fixés sur microplaques. Il se situait donc hors du fragment F(ab')₂, sur le fragment Fc.

Les épitopes correspondants aux Amclx 1.3.D3 et 1.5.C4 étaient différents du précédent et conformationnels, mais il était impossible, sur la base des résultats observés, de les différencier ou de les identifier l'un par rapport à l'autre.

Les Amclx 1.3.F3 et 1.4.C10 ont réagi sur les transferts après PAGE des IgGs de zébu complètes ou traitées par les enzymes. Ils étaient dirigés contre des déterminants antigéniques non conformationnels situés sur le fragment F(ab). Si l'on compare les titres des surnageants de culture ou des ascites des Amclx 1.3.F3 et 1.4.C10 vis-à-vis des IgGs de bœuf et de mouton (tableau I), on peut envisager, malgré leurs caractéristiques communes, que leurs épitopes respectifs soient différents. Seules des épreuves de compétition pourraient confirmer cette hypothèse.

L'anticorps 1.3.C8 a reconnu son épitope cible sur les transferts des IgGs complètes de zébu et des produits de traitement pepsique, mais cet épitope n'était plus reconnu après traitement à la papaïne.

Summary

Atrax C., Nakounne E., Vincent J. Monoclonal antibodies against zebu IgGs. Comparative reactivity

Monoclonal antibodies directed against zebu IgGs were used to identify epitopes in zebras, common to zebras and oxen, to zebras and sheep or to all three species. Some of these epitopes have been mapped on the IgG molecule.

Key words: Zebu cattle - Immunoglobulin - Monoclonal antibody.

Non conformationnel, différent des cibles des Amclx 1.3.F3 et 1.4.C10, il était situé sur le fragment F(ab')₂, probablement entre les zones d'attaque de la pepsine et de la papaïne.

Étant donné qu'un anticorps engagé dans une réaction spécifique avec un antigène subit des modifications structurales, les auteurs ont tenté de déterminer lesquels des Amclx pouvaient encore reconnaître leurs épitopes cibles dans ces conditions.

Après fixation sur microplaque d'un antigène de culture cellulaire du virus de la fièvre de la vallée du Rift (RVF), une dilution au 1/50 dans du tampon Blotto d'un mélange de sérums de zébus immuns a été mise en présence de l'antigène viral. Après une heure d'incubation à 37 °C et trois lavages de la microplaque, des dilutions de raison 1/2 de chacun des Amclx (surnageants de culture et ascites) ont été introduites dans la réaction, suivies du conjugué anti-souris et du substrat selon le protocole décrit précédemment.

Seuls les Amclx du 4^e groupe ont donné des réactions positives et les ascites ont atteint des titres au moins égaux au 1/3 600.

Ayant pour cibles des épitopes conservés dans les trois espèces non conformationnels, non modifiés lors de la fixation spécifique de l'anticorps sur l'antigène, ces Amclx pourraient être des réactifs utiles dans des techniques sérologiques appliquées aux trois espèces considérées, en particulier dans les réactions d'immuno-capture où l'anticorps de capture est une ascite immune de souris. Il reste à déterminer si les épitopes correspondants sont également présents chez d'autres espèces du groupe zoologique.

Parmi les autres Amclx obtenus, d'un moindre intérêt, certains permettent cependant d'établir un diagnostic d'espèce pour des IgGs non engagées dans une réaction spécifique avec un antigène.

Remerciements

Nous tenons à remercier le Dr Mazie, de l'Institut Pasteur de Paris, qui a bien voulu nous confier des cellules X63 Ag8, ainsi que notre collègue J.M. Diemer pour sa collaboration.

BIBLIOGRAPHIE

1. GUILHERME J.M., GONELLA-LEGALL F., LEGALL F., NAKOUNNE E., VINCENT J., 1996. Seroprevalence of five arboviruses in Zebu cattle in the Central African Republic. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, **90**: 31-33.
2. GALFRE G., MILSTEIN C., 1981. Preparation of monoclonal antibodies; strategies and procedures. *Methods Enzymol.*, **73**: 3-46.
3. TERNINCK TH., AVRAMEAS S., 1987. Techniques immuno-enzymatiques. Paris, France, INSERM.

Reçu le 21.8.95, accepté le 1.4.98

Resumen

Atrax C., Nakounne E., Vincent J. Anticuerpos monoclonales anti IgG de cebú. Reactividades comparativas

Se identificaron varios tipos de epítomos, gracias al uso de anticuerpos monoclonales (Amclx) anti IgG de cebú: específicos de cebú, comunes a cebú y taurus, al cebú y al ovino o a las tres especies. En algunos casos, se pudo determinar el epítomo y su posición sobre la molécula de IgG (de cebú).

Palabras clave: Ganado bovino - Cebú - Inmunoglobulina - Anticuerpo monoclonal.

Preliminary observations on ticks and tickborne diseases in the North West province of Cameroon.

II. Bovine heartwater

C. Ndi ¹ P.H. Bayemi ¹ A.N. Nfi ¹ F.N. Ekue ²

Key words

Cattle - *Amblyomma variegatum* - Cowdria - Bacteriosis - Cameroon.

Summary

In this study, the effects of heartwater on cattle at the Bambui (Cameroon) Animal and Veterinary Research Institute were evaluated. The seasonal distribution of *Amblyomma variegatum* ticks was observed and the breed, sex, age and seasonal effects with regard to mortality by heartwater studied. The variations of the monthly distribution of *Amblyomma variegatum* were highly significant ($P < 0.005$). Adult ticks were most abundant in the beginning of the rainy season leading to more deaths due to heartwater. The overall breed effect on mortality was significant ($P < 0.005$). Holstein crosses were the most susceptible to heartwater. Control methods must be set up to prevent adult crossbred animals from being exposed to heavy infestations by *A. variegatum*. There were differences among age groups with regard to mortality but there was no sex effect. Field studies need to be carried out to assess the situation in the extensive cattle farming system practiced by most of the livestock farmers in Cameroon.

■ INTRODUCTION

Heartwater is a fatal disease of cattle, sheep and goats in tropical and subtropical parts of the world, particularly in Africa. This disease caused by the rickettsia *Cowdria ruminantium*, transmitted by several species of *Amblyomma* ticks (2) is limited to the geographical distribution of these ticks. In Cameroon, heartwater remains one of the major disease problems, apart from rinderpest, contagious bovine pleuropneumonia, and trypanosomosis, that delays the cattle industry development. Among the several species of *Amblyomma* ticks already known to transmit heartwater (11, 16), the only species so far found in Cameroon is *Amblyomma variegatum*.

Methods of tick control generally used in Cameroon are acaricides applied in spray races or dips or using knapsack sprayers. These methods though effective are too expensive for the majority of cattle breeders who are smallholders but possess about 80% of the cattle and small ruminant population in Cameroon. This group of farmers employs the manual method (hand picking) which for obvious reasons is only effective for small herds.

At the Animal and Veterinary Research Institute (IRZV) of Cameroon the usual tick control method is application of acaricides in spray races: once a week in the rainy season and once every two weeks in the dry season with chlorfenvinphos (SuponaTM).

Even though the incidence of heartwater has been documented in Cameroon (4, 6, 14) its importance there has only received casual attention. In the light of the above, the present study was carried out from January to December 1987 to evaluate the importance of heartwater at the IRZV Research Station.

The seasonal distribution of *Amblyomma variegatum* at the Bambui IRZV as well as the effects of breed, age, season, and sex on heartwater were assessed. The results could serve as a basis for further epidemiological studies of tickborne diseases.

■ MATERIALS AND METHODS

The Bambui station is located on the high lava plateau of the North West province of Cameroon, about 23 km North West of Bamenda. It is situated at latitude 6° N and longitude 10°15' E. The dry season lasts for four months from mid-November to mid-March. The rainy season starts in mid-March and ends in mid-

1. IRZV Bambui, BP 51, Bamenda, Cameroon

2. IRZV Mankon, BP 125, Bamenda, Cameroon

November bringing 2500 mm of rainfall. The abundant moisture combined with a rich volcanic soil make the Western Highlands of Cameroon highly favorable for agriculture. Temperatures stand at a monthly average of 20°C with a minimum of 15°C and maximum of 25°C. The Bambui station has an elevation of 1600-1980 m above sea level coupled with a rich natural Savannah vegetation.

Tick collection

The first part of this paper was a study on the seasonal distribution of the heartwater vector, while the second part deals with cattle mortality due to heartwater at Bambui. In this study 240 local Ngaoundere Gudali (*Bos indicus*) (Ng), 226 Brangus (*B. taurus/B. indicus*) x Ngaoundere crosses (BrC), 32 Holstein (*B. taurus*) x Red Fulani (*B. indicus*) crosses (HC) and 83 Jersey (*Bos taurus*) x white Fulani (*B. indicus*) crosses (JC) of the Bambui IRZV were used. In crossbreeding, the males were the exotic breed while the females were the local one.

Once a fortnight for a period of one year, ticks were hand picked from 10 animals selected at random from animals which had not been sprayed with an acaricide. Ticks collected in bottles containing 70% ethanol were identified and counted.

Heartwater was diagnosed by microscopical examination of Giemsa stained brain impression smears of grey matter obtained from postmortem examinations (10).

Immediately after the death of an animal a small fragment of grey matter (not larger than a match head) was crushed between two slides drawn over one another lengthwise, so that two brain-crush smears were obtained (15). The smears were fixed in ethanol and stained using the Giemsa stain.

Cowdria were of a reddish purple (small forms) to a blue color (large forms), and were located in broken capillary walls. Mortality due to heartwater was classified according to the breed, sex and age of the affected animals. It is worth noting that the animals used in this study presented a comparable set of age groups.

All the data obtained were analyzed statistically using the Chi square method (12).

■ RESULTS AND DISCUSSION

The larvae of *Amblyomma variegatum* were found to be most abundant on cattle at the end of the rainy season. They had a predilection for necks, while the nymphs were most abundant in the dry season and located mainly on the genitalia. Adult ticks located mainly on the genitalia were abundant in the early part of the rainy season with peak periods in March and April (table I). The seasonal variation of ticks during this study agrees with that of Merlin *et al.* (6, 7). Mohammed made similar observations on the location of ixodid ticks on cattle in Northern Nigeria (8).

The majority of mortality cases occurred during the first half of the year (January-July) when adult ticks were most abundant on cattle (table I), and the age group above 36 months was most affected. There seems to be some immunity in cattle up to about the age of three years with the immunity waning thereafter. A similar phenomenon of immune status of calves had earlier been observed by Purnell (11), but the age limit for such immunity is yet to be determined. Results of the study show that the older the animal, the more susceptible it becomes to heartwater infection.

It is however surprising that more adult animals die of heartwater. The infection of traditional cattle by cowdria is probably close to a critical endemic situation (7). The overall significance of death cases in the adult group may be due to the influence of Holstein crosses used for milking. Death cases in the Jersey crossbreed were not statistically significant from the expected mortality. However, a 20% mortality rate in that breed would put the profitability of a farm in jeopardy. This percentage would still mean a great loss in a milking herd and shows the high susceptibility of *Bos taurus* and their crosses to cowdria.

Statistical analysis of the monthly distribution of adult *A. variegatum* (table I) and mortality with breed (table II) are shown below. The seasonal effects (table III) are organized in four quarters:

1. January to March: less than 100 mm monthly rains;
2. April to June: 200-350 mm monthly rains;
3. July to September: up to 500 mm monthly rains;
4. October to December: less than 250 mm monthly rains.

Table I

Monthly distribution of adult *Amblyomma variegatum* on cattle at Bambui

Month	Rainfall (mm/month)	O	E	$\frac{(O-E)^2}{E}$	P
January	10	94	187	46.25	< .005
February	40	167	187	2.14	> .1
March	133	454	187	381.1	< .005
April	200	453	187	381.1	< .005
May	215	331	187	110.89	< .005
June	280	182	187	0.13	> .1
July	375	96	187	44.28	< .005
August	480	45	187	107.83	< .005
September	500	46	187	106.31	< .005
October	380	55	187	93.18	< .005
November	50	129	187	17.99	< .005
December	20	196	187	0.43	> .1
Total		2248	2244	1291.63	< .005

O = number of *A. variegatum* observed

E = number of *A. variegatum* expected to be found

$\chi^2 = \frac{(O-E)^2}{E}$ was used to find out probabilities in the χ^2 distribution tables

Table II
Cattle mortality due to heartwater - Breed effect on mortality

Breed	Num. animals	O	%	$\frac{(O-E)^2}{E}$	E	P
Ng	240	22	9	2.13	29	> .05
Br C	226	19	8	0.19	28	> .05
JC	83	16	19	0.69	10	> .05
HC	32	14	43	7	4	< .01
Total	581	71		10.01	71	< .05

Ng = Ngaoundere Gudali; BrC = Brangus cross; JC = Jersey cross; HC = Holstein cross

O = number of observed mortality cases; E = number of expected mortality cases

$\chi^2 = \frac{(O-E)^2}{E}$ was used to find out probabilities in the χ^2 distribution tables

% = percentage of mortality within each breed

Table III
Cattle mortality due to heartwater - Seasonal effect on mortality

Month	Rainfall (mm/month)	O	E	$\frac{(O-E)^2}{E}$	P
January-March	< 100	23	18	1.39	> .05
April-June	200-350	23	18	1.39	> .05
July-September	350-500	7	18	6.72	< .01
October-December	< 250	18	18	0.00	> .05
Total		71	72	9.50	< .025

O = number of observed mortality cases by season; E = number of expected mortality cases by season

$\chi^2 = \frac{(O-E)^2}{E}$ was used to find out probabilities in the χ^2 distribution tables

Far more ticks than expected were observed during March-May and far fewer during July-November.

The monthly distribution of ticks shows a highly significant overall variation ($P < 0.005$) and a highly significant month to month variation ($P < 0.005$) except for the months of February, June and December. Tick counts are usually low in the dry season, i.e. November-February. This was confirmed here because tick numbers were less abundant than expected. It would have been helpful to investigate individual differences in tick infestation because there are considerable differences between animals as far as attractiveness for *A. variegatum* is concerned. Some cattle are more attractive to this tick than others and will carry heavy loads of ticks (13).

The overall variation in breed effects on the mortality was significant ($P < 0.05$) though there were no breed differences between Ng, BrC and JC. HC were more susceptible to heartwater ($P < 0.01$), which seems to be the cause for the overall breed differences in the mortality. Imported breeds of cattle, sheep and goats in Africa, South of the Sahara, are more susceptible to heartwater than the local breeds (3). In further studies, it may be more useful to determine breed differences based on the level of exotic blood because the susceptibility observed in HC may be due to this effect.

Mortality among age groups showed differences between animals less than 12 months of age and more than 36 months, as opposed to animals of ages 12-24 and 24-36 months. Calves under three

weeks of age are known to possess a strong immunity to heartwater (1). The age groups between 12 and 30 months might have acquired some immunity following recovery from an earlier infection or maintained a degree of immunity from calf age. If this is true then the immunity tends to wane with age. There were no sex differences with regard to mortality. The mortality caused by heartwater shown in the early rainy season (table III) suggests that a special curative program can be put into place in that period.

CONCLUSION

This study showed that cattle were most likely to contract heartwater when adult *A. variegatum* were most abundant. It would be interesting to determine a threshold of infestation by that tick above which animals would be highly susceptible to cowdria. This would help maintain the infestation at a minimal level by various control methods. Owing to the fact that *Bos taurus* crosses are highly susceptible to heartwater, tick control of all cattle with exotic blood must then be intensified during the rainy season.

Although this study was conducted in one location, it shows the necessity of assessing the extent of the prevalence of heartwater country-wide and surveying the distribution of *A. variegatum* to appreciate the importance of the disease as a preliminary step towards setting up control programs.

Acknowledgments

We are grateful to Dr. D.A. Mbah for his advice on the statistical analysis.

REFERENCES

- HALL H.T.B., 1977. Diseases and parasites of livestock in the tropics. London, UK, Longman p. 73. (Intermediate Tropical Agricultural Series)
- ILEMOBADE A.A., LEEFLANG P., 1977. Epidemiology of heartwater in Nigeria. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **30**: 149-155.
- LOSOS G.J., 1986. Infectious tropical diseases of domestic animals. London, UK, Longman Scientific and Technical, p. 819.
- MBAH D.A., 1982. Mortality due to rickettsia, trypanosomiasis, piroplasmiasis and streptothricosis among six genetic groups of cattle at Wakwa. *Sci. Tech. Rev.*, **2**: 81-87.
- MBAH D.A., 1982. Adaptation of dairy cattle to the Wakwa (Adamaoua) environment. Resistance to cattle ticks. *Sci. Tech. Rev.*, **2**: 101-106.
- MERLIN P., TSANGUEU P., ROUSVOAL D., 1986. Dynamique saisonnière de l'infestation des bovins par les tiques (Ixodoidea) dans les hauts plateaux de l'ouest du Cameroun. II. Elevage extensif traditionnel. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **40**: 133-140.
- MOHAMMED A.N., 1977. The seasonal incidence of ixodid ticks or cattle in Northern Nigeria. *Bull. Anim. Health Prod.*, **26**: 273-293.
- NDI C., BAYEMI P.H., EKUE F.N., TAROUNGA B., 1991. Preliminary observations on ticks and tickborne diseases in the North West province of Cameroon. I. Babesiosis and anaplasmosis. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **44**: 263-265.
- PURCHASE H.S., 1945. A simple and rapid method for demonstrating *Rickettsia ruminantium* (Cowdry, 1926) in heartwater brain. *Vet. Rec.*, **17**: 413-414.
- PURNELL R.E., 1984. Control of heartwater in cattle in Southern Africa using Terramycin L/A. *Prev. vet. Med.*, **2**: 239-234.
- SNEDECOR G.W., COCHRAN W.G., 1967. Statistical methods, 6th ed. Ames, Iowa, USA, Iowa State University Press, p. 20-31.
- STACHURSKI F., 1993. Variability of cattle infestation by *Amblyomma variegatum* and its possible utilisation for tick control. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **46**: 341-348.
- TANYA U.N., SALAH J.N.S., 1985. Epizootiological observations on bovine cutaneous streptothricosis at Wakwa, Ngaoundere, Cameroon, 1985. *Sci. Tech. Rev. (Anim. Sci. Ser.)*, **1**: 61-64.
- UILENBERG G., 1972. Diagnosis of *Babesia argentina* infection in cattle using brain smears. *Aust. vet. J.*, **48**: 534.
- UILENBERG G., BARRE N., CAMUS E., BURRIDGE M.J., GARRIS G.I., 1984. Heartwater in the Caribbean. *Prev. vet. Med.*, **2**: 255-267.

Reçu le 22.5.95, accepté le 5.5.98

Résumé

Ndi C., Bayemi P.H., Nfi A.N., Ekue F.N. Observations préliminaires sur les tiques et les maladies transmises par les tiques dans la province du Nord-Ouest du Cameroun. II. La cowdriose bovine

Dans cette étude, les effets de la cowdriose ont été évalués sur des bovins à l'Institut de recherches zootechniques et vétérinaires (IRZV) de Bambui, Cameroun. La distribution saisonnière des tiques *Amblyomma variegatum* a été observée et les effets de la race, du sexe, de l'âge et des saisons ont été étudiés en relation avec la mortalité due à la cowdriose. Les variations selon le mois de la distribution d'*A. variegatum* étaient très significatives ($P < 0,005$). Les tiques adultes étaient plus abondantes en début de saison des pluies, entraînant davantage de cas de mortalité dus à la cowdriose. Dans l'ensemble, l'effet race sur la mortalité était significatif ($P < 0,005$). Les croisés Holstein étaient les plus sensibles à la cowdriose. Des méthodes de contrôle doivent être élaborées pour empêcher les animaux croisés adultes d'être exposés à une infestation importante par *A. variegatum*. Il y avait des différences entre les groupes d'âge pour ce qui concerne la mortalité, mais il n'y avait pas d'effet lié au sexe. Des études sur le terrain s'avèrent nécessaires pour évaluer la situation de la cowdriose dans le système d'élevage extensif pratiqué par la plupart des éleveurs du Cameroun.

Mots-clés : Bovin - *Amblyomma variegatum* - Cowdria - Bactériose - Cameroun.

Resumen

Ndi C., Bayemi P.H., Nfi A.N., Ekue F.N. Observaciones preliminares de garrapatas y de enfermedades originadas por garrapatas en la provincia noroeste de Camerún. II. Cowdriosis bovina

El presente estudio evaluó los efectos de la cowdriosis en el ganado, en el Instituto de Investigaciones Veterinarias y Animales de Bambui (Camerún). Se observó la distribución estacional de *Amblyomma variegatum*, y se estudio la raza, sexo, edad y efecto de las estaciones sobre la mortalidad por cowdriosis. Las variaciones en la distribución mensual de *Amblyomma variegatum* fueron altamente significativas ($P < 0,005$). Las garrapatas adultas fueron más abundantes al inicio de la estación lluviosa, llevando a más muertes debidas a la cowdriosis. El efecto total de la raza sobre la mortalidad fue significativo ($P < 0,005$). Los cruces con Holstein fueron más susceptibles a la cowdriosis. Deben establecerse métodos de control para prevenir que los animales adultos de razas cruzadas sean expuestos a fuertes infestaciones de *A. variegatum*. Con respecto a la mortalidad, se encontraron diferencias entre los grupos de edad, pero no hubo efecto del sexo. Deben realizarse estudios de campo, con el fin de evaluar la situación en los sistemas de ganadería extensiva practicada por la mayoría de los ganaderos en Camerún.

Palabras clave: Ganado bovino - *Amblyomma variegatum* - Cowdria - Bacteriosis - Camerún.

Trypanosoma vivax in the Americas: morphometry and host range

A.M.R. Dávila ¹ L. Ramirez ^{1,2}R.A.M.S. Silva ¹

Key words

Trypanosoma vivax - Body conformation - Dimension - Host - America.

Summary

The African *Trypanosoma vivax* is classically described as being club-shaped. However, slender forms are present in several stocks. In the Americas this basic club-shaped characteristic has also been observed, but is dependent on the host species. The South American *T. vivax* has a range length of 16 to 26.5 µm, and therefore appears shorter than the originally described species. Recent biometrical studies showed that the South American *T. vivax* varies from mean lengths of 15.86 to 23 µm and the minimum length reported is 11.34 µm. A description of morphometrical characteristics and host range of *T. vivax* in the Americas is presented since little information is currently available on the natural pathogenicity, epizootiology and morphology of the *T. vivax*-like trypanosomes infecting domestic animals in the Americas.

■ INTRODUCTION

Trypanosoma vivax, originating in Africa, was reported in Central America, South America, the West Indies and Mauritius (21) and more recently in Indonesia (2). It was reported in the Americas for the first time in French Guiana (20). In Brazil, Shaw and Lainson (26) reported the first occurrence of *T. vivax* in a water buffalo (*Bubalis bubalis*) in the vicinity of the city of Belém, Pará. Silva *et al.* (27) reported the first occurrence of *T. vivax* in the Pantanal region of Brazil on the border with Bolivia and in the same year this parasite was found in Bolivia (28) (figure 1).

Although the economic importance of *T. vivax* infection in livestock is well documented in Africa, little information is currently available on the natural pathogenicity, epizootiology and morphology of the *T. vivax*-like trypanosomes infecting domestic

animals in South America (12). In West Africa *T. vivax* often causes a fatal disease, while in East Africa it causes a milder infection in cattle. These characteristics have been related to morphology by Fairbairn (10). The differences in pathogenicity, host range amongst African and South American stocks of *T. vivax*, as well as the suspected transmission by *Tabanidae* and *Stomoxys* of South American isolates, lead to intriguing questions on the evolutionary relationships between members of this trypanosome species.

■ MATERIALS AND METHODS

Most of *T. vivax* measurements were obtained from the literature. The number of specimens measured and the source are listed in table I. *T. vivax* measurements from the Pantanal (Brazil) and Santa Cruz Department (Bolivia) listed as unpublished data were obtained as described by Hoare (16). Unpublished biometrical data on *T. vivax* from Venezuela (TVVG1 isolate from the State of Guarica) and French Guiana (TVGF1 isolate deposited at ILRI as IL4007) were kindly supplied by M. Desquesnes and E. Espinoza (figure 2).

1. Laboratory of Animal Health, EMBRAPA/CPAP, Corumbá, MS, Brazil, CEP 79320-900

Tel.: 55-67-2311430; fax: 55-67-2311011

E-mail: amrdavila@hotmail.com

2. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Corumbá, MS, Brazil, CEP 79304-900

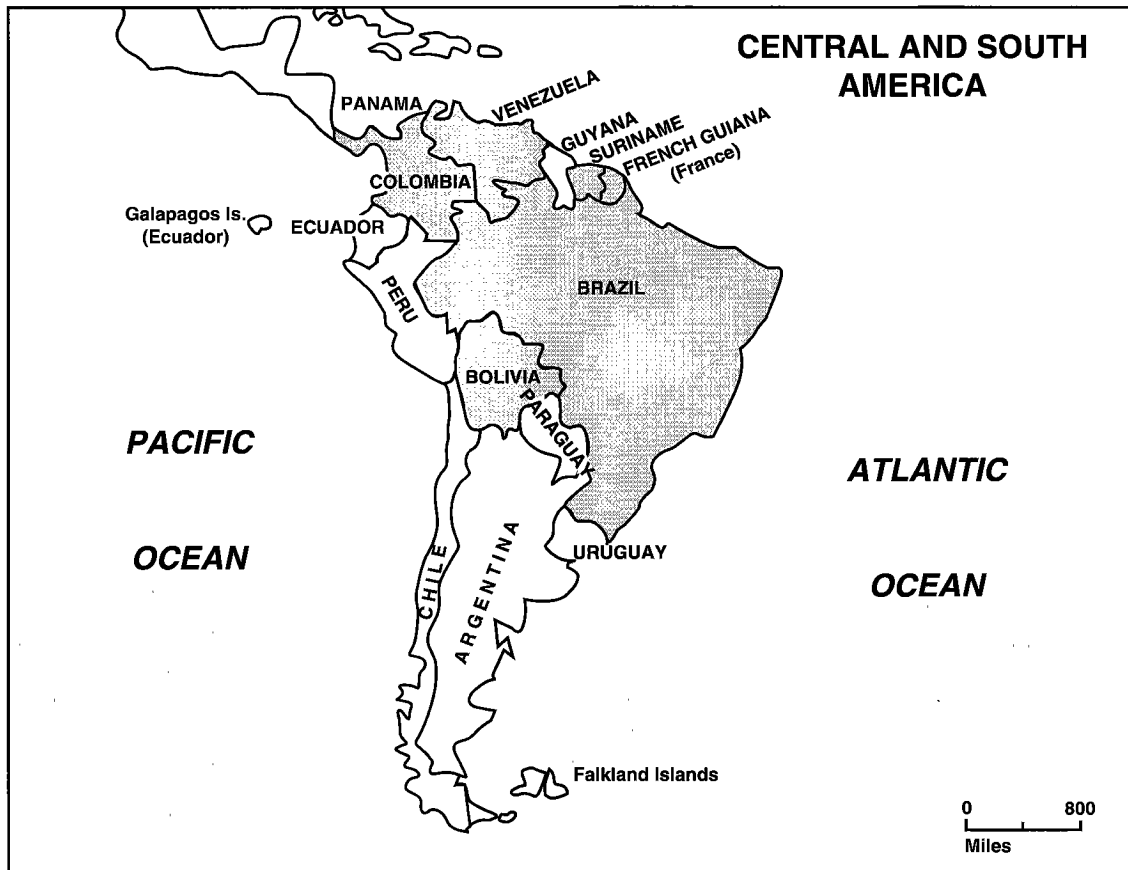


Figure 1 (above) : Central and South American countries where *Trypanosoma vivax* was reported.

Figure 2 (below) : *Trypanosoma vivax* isolates. 1, 2, 3: from bovines of the Santa Cruz Department, Bolivia. 4, 5: from bovines of Pantanal of Poconé, State of Mato Grosso, Brazil. 6: from bovines of Venezuela.

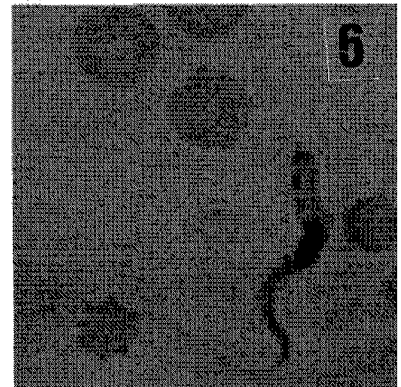
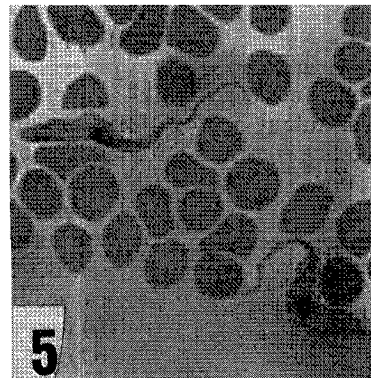
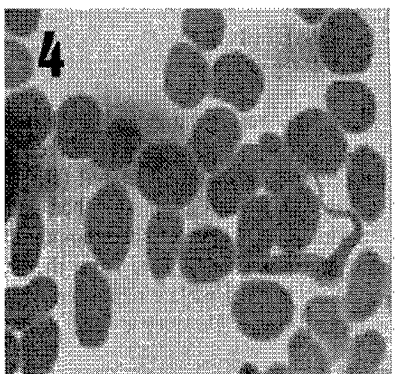
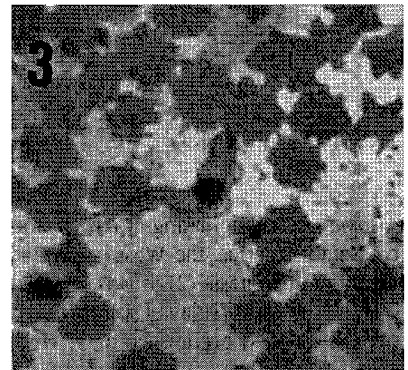
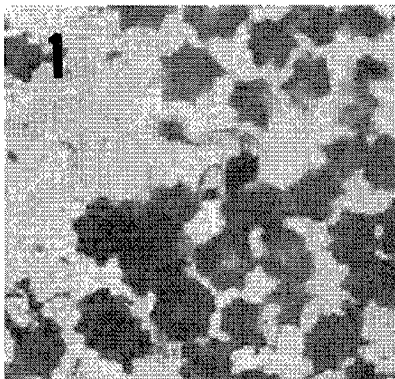


Table I
Trypanosoma vivax mean length, number of measurements and host of isolation

Area (Reference)	Host	n	Total length (µm)										Mean length (µm)											
			11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Bolivia , Santa Cruz (28)	Bovine	80																						15.86
Bolivia, Puerto Suarez (Silva et al., 1997, unpubl.)	Bovine	45																						17.37
Brazil , PA (26)	Buffalo	43																						22.9
	Sheep	50																						22.6
Brazil, MT (27)	Bovine	100																						18.73
Brazil, MS (Silva et al., 1997, unpubl.)	Bovine	50																						18.1
Colombia (25)	Bovine	-																						21.0
French Guiana (20) (8)	Bovine	-																						22.5
		50																						20.3
Panama (17)	Bovine	100																						21.38
Martinique (4)	-	-																						24.0
Mauritius (15) (10)	Bovine	200																						25.0
	Bovine	100																						26.4
	Goat	100																						23.9
	Goat	100																						24.4
Venezuela (8) (30) (11) (18)	Sheep	50																						21.52
	Bovine	-																						-
	Bovine	-																						-
	Bovine	-																						22.0
Suriname (24) (23)	Bovine	100																						21.0
	Sheep	100																						22.4
	Bovine	600																						21.5
	Sheep	100																						21.7
	Goat	150																						22.7
Uganda, Kenya, Tanzania (10)	Bovine	500																						26.0
Nigeria (10)	Sheep	7830																						21.36 to 24.58

• Places where means are located

■ RESULTS AND DISCUSSION

Distribution

South American countries where *T. vivax* has been confirmed are: French Guiana (20), Suriname (24), Venezuela (18, 30), Colombia (25), Brazil (26, 27), Bolivia (28).

Using an indirect fluorescent antibody test (IFAT) with a South American *T. vivax* as antigen, Wells *et al.* (31) tested cattle sera from different South American countries. The results were positive (probably for *T. vivax*) in the participating countries as follows: El Salvador 15%, Costa Rica 23%, Colombia 48%, Ecuador 23%, Peru 14%, Brazil, Mato Grosso, 54% and Paraguay 40%. In addition, the authors reported that blood films containing trypanosomes resembling *T. vivax* had been received from Pucallpa in Peru. Recently, observations of this parasite in sheep have been recorded in the vicinity of the Department of Lima in Peru (Prof. Rosa Martínez Rojas-UNMSM, pers. commun.).

Host range

According to Gardiner and Mahmoud (13) *T. vivax* is predominantly a pathogenic livestock parasite in South America. Horses, water buffalo, sheep, goats, deer, alpacas and llamas can be infected. The three latter species usually develop only mild symptoms, but presumably can act as reservoir hosts. In Venezuela, the deer species where *T. vivax* has been found is *Odocoileus gymnotis*. Dipaka (*Lama pasos*) and llama (*Lama glama*) may also be infected. There is no potential wild reservoir in French Guiana, except for deer whose population has been reduced by hunting. Although *T. vivax* was found in deer, the existence of a wild reservoir has never been demonstrated. Whether it can infect dogs, cats and horses still needs investigating (6, 7). Rodents can be infected reliably with only some stocks and after periods of adaptation (13) through the inoculation of forms isolated from early natural infections into irradiated or non-irradiated laboratory rodents using serial and rapid passages (14, 19, 22). Mixed infections with other trypanosome species are possible. In the Santa Cruz Department of Bolivia the authors recorded *T. vivax*/*T. evansi* and *T. vivax*/*Megatrypanum* spp. mixed infections in one bovine and in several bovines, respectively (unpublished data).

Morphometry

Trypanosoma v. viennei is morphologically identical to African *T. vivax* and its pattern of motility is similar (13). *T. viennei* is a synonym for *T. vivax*. Some authors, such as Stephen (29), suggested the nomenclature *Trypanosoma (Dutonella) vivax viennei* (Lavier, 1921) to designate *T. vivax* from the Americas.

According to Hoare (16), *T. vivax* length range is between 18 and 31 μm (including the free flagellum which is 3-6 μm long), with means from 21 to 25.4 μm . More than 90% of the measurements are between 20 and 26 μm .

African *T. vivax* is classically described as being club-shaped. However, slender forms have been observed in several stocks. In some of these trypanosomes, the posterior end of the body is rounded but not swollen. In other cases, it ends in a short blunt or even sharp point. In some individuals the undulating membrane is fairly well developed. This might be mistaken for the slender or intermediate forms of *Trypanozoon*, except for the presence of a voluminous kinetoplast (16).

In Africa two types of strains have been observed differing in morphological and biological features. One is represented by relatively short forms with mean lengths from 21.4 to 24.6 μm , and the other by long forms whose mean lengths vary from 23.6 to 27.0 μm (10). According to Chardome and Peel (3) there are two types of *T. vivax* in Rwanda-Burundi, which differ in the appearance of blood forms and metatrypanosomes. The blood forms of type 1 are typical of this species, the body being broad and club-shaped, with a rounded posterior end, inconspicuous undulating membrane and voluminous kinetoplast. These trypanosomes measure 20-30 μm (mean 26 μm) in length, but their sizes vary in different hosts (cattle, sheep, goats). The trypanosomes of type 2, which were found only in cattle, are slender and shorter than in the classical *T. vivax*. The posterior end of the body is narrower, while the undulating membrane is conspicuous and the kinetoplast smaller. These trypanosomes are 18-26 μm long (mean 22 μm). Based on these observations, slender forms should be predominant in bovine strains from Zaire (Congo) and Rwanda-Burundi. According to Hoare (16), when this parasite is transmitted mechanically, either in tsetse-free areas of Africa and in the Americas, or in the case of rodent-adapted laboratory strains, it tends to lose the tadpole forms and retains only the slender ones, presenting a behavior comparable to trypanosomes of the *brucei*-complex, whose laboratory strains become monomorphic.

Hoare (16) reported that the South American *T. vivax* has a length range from 16 to 26.5 μm . In addition, he reported that although the lengths of *T. vivax* and *T. uniforme* overlap slightly, they can be differentiated in pure infections by measuring only 10 trypanosomes, while, in mixed infections, 100 should be measured. Moreover, if the length exceeds 20 μm the species is *T. vivax*, if less than 18 μm it is *T. uniforme*.

Recent morphological and biometrical studies on South American *T. vivax* showed different results from those mentioned by Hoare (16). According to the data in table II, the South American *T. vivax* varies from mean lengths of 15.86 to 23 μm in bovines from Bolivia (Santa Cruz Department) and French Guiana (27, 20), respectively. The minimum length of South American *T. vivax* was reported to be 11.34 μm by Silva *et al.* (27) in bovines from the Mato Grosso State of Brazil (table I). This review does not consider Hoare's concerns (16) on the differentiation of *T. vivax* from *T. uniforme* based on morphometrical observations. In a recent paper Silva *et al.*, with the collaboration of the Institute of Tropical Medicine "Prince Leopold" in Antwerp, Belgium, confirmed through PCR analysis that the trypanosome with a mean length of 15.86 μm is *T. vivax* (28). In his review, Gardiner (12) notified that the last report of *T. uniforme* from a giraffe in Tanzania was in 1967. It is not known whether this is because *T. uniforme* has become truly uncommon or whether modern researchers do not generally apply mensural determinations to the parasites in their work. In addition, Gardiner emphasized that the biometrical study of a number of *T. vivax* stocks by Allshop and Newton (1) revealed no evidence of *T. uniforme* amongst them.

Leger and Vienne (20) described the French Guianan *T. vivax* as elongated and with tapered final regions, where the posterior end is less tapered than the anterior end. The nucleus is oval and central, located at the posterior end. The kinetoplast is rounded or oval, but terminal. In Panama (17), *T. vivax* has a swollen rounded posterior end and a narrow tapering anterior end. The undulating membrane is very feebly developed and in most instances cannot be seen. The flagellum extends beyond the anterior end for a distance of 4 to 6 μm . The kinetoplast is large and usually located at the posterior end, but, in some cases, it is lateral and slightly subterminal.

Table II

Measurements (μm) of *Trypanosoma vivax* isolated from Central and South American countries

Area (Reference)	L	PK	KN	PN	NA	F	PN/KN (KI)	PN/NA (NI)
(16)	18-31					3-6		
Bolivia , Santa Cruz (28)	15.86 (2.23)*	0.54 (0.51)	5.05 (1.07)	5.59 (1.15)	5.90 (0.76)	4.35 (1.26)		0.96 (0.24)
Bolivia, Puerto Suarez (Silva <i>et al.</i> , 1997, unpubl.)	17.37 (1.65)	0.99 (0.51)	5.25 (0.68)	6.24 (0.83)	5.77 (0.68)	5.33 (0.83)		0.87 (0.12)
Brazil , Pará (26)	22.77 (1.38)	0.65 (0.25)	6.16 (0.57)	7.60 (0.57)	8.22 (1.08)	6.92 (1.03)		0.94 (0.24)
Brazil, Mato Grosso (27)	18.73 (3.8)	1.02 (1.16)	6.10 (1.29)	7.18 (1.18)	5.40 (1.63)	6.15 (2.38)		1.50 (0.72)
Brazil, Mato Grosso do Sul (Silva <i>et al.</i> , 1997, unpubl.)	18.1 (2.04)	0.30 (0.53)	7.46 (1.56)	7.76 (1.59)	6.03 (1.18)	4.3 (0.87)		1.34 (0.37)
Colombia (25)	21.00							
French Guiana (20)	22-23	0.80	5.50	6.3	7.20	6.00	1.14	0.87
French Guiana (8)	20.3 (0.55)	1.10 (0.17)	6.00 (0.22)	7.1 (0.16)	5.70 (0.37)	7.50 (0.40)	1.18 (0.04)	1.24 (0.08)
Panama (17)	21.38							
Venezuela (8)	21.52 (1.17)	0.82 (0.19)	6.02 (0.47)	6.83 (0.54)	7.83 (1.03)	6.86 (1.32)	1.13 (0.06)	0.87 (0.14)
(18)	22.00							
Suriname (24)	21.00							
(23)	21.50							

PK = distance from posterior end to kinetoplast; KN = from kinetoplast to middle of nucleus; PN = from posterior end to middle of nucleus; NA = from nucleus to anterior end; F = free flagellum length; L = total length including free flagellum; KI = kinetoplast index; NI = nuclear index (Hoare, 1972, Oxford, UK, Blackwell Scientific Publ.)

* (mean)

According to Nieschulz *et al.* (24) *T. vivax* from Suriname generally appears more or less club-shaped, with the nucleus mostly located in the anterior part of the body center. The anterior end is strung-out and the posterior part of the nucleus is wider and commonly swollen compared with the anterior part of the nucleus. The posterior end is broad-rounded and the kinetoplast is remarkably big and located quite near the posterior end. In general, the undulating membrane is poorly developed and a relatively long flagellum is always observed. In addition, these authors mentioned that mice, rats, guinea pigs and dogs cannot be infected by *T. vivax*.

In the first report of *T. vivax* in Brazil, Shaw and Lainson (26) described this parasite as being monomorphic with a body characteristically broader at the rounded posterior end, and tapered toward the anterior. The undulating membrane is weakly developed

in the mature trypomastigotes and slightly more pronounced in the dividing forms. The kinetoplast is oval in shape, although rounded forms are sometimes seen, the nucleus is centrally located. The trypanosome size ranges from 19.0 to 25.5 μm .

According to Dávila *et al.* (5), the biometrical differences between *T. vivax* isolates from Belém-Brazil (26), Poconé-Brazil (27) and Santa Cruz de la Sierra-Bolivia (28) are highly significant. In addition, their results showed that there is a similarity in the subterminal position of kinetoplast among Belém and Santa Cruz de la Sierra trypanosomes. The body of the Bolivian parasite at the rounded posterior end is broader than that of the Poconé trypanosome. However, the Poconé parasite is more tapered than the Bolivian toward the anterior and posterior ends. The kinetoplast of the Poconé parasite is more oval than that of the Bolivian. In the former, the kinetoplast is lateral and subterminal

and in the latter it is more terminal. The free flagellum of Bolivian trypanosomes is shorter than that of trypanosomes from Poconé and Belém. The nucleus of the Bolivian parasite is bigger and more rounded than that of the Poconé (5).

In their paper, Dávila *et al.* (5) concluded that shorter forms reported in Brazil (Poconé) and Bolivia (Santa Cruz de la Sierra) are related to acute forms of diseases which they observed in these regions, and that *T. vivax* probably arrived in the Americas from West Africa. Other authors, such as Fairbairn in West Africa (10) and Shaw and Lainson in Belém, Brazil (26), reached the same conclusion. Moreover, recent studies showed a similarity between the West African group parasites and those from Colombia in South America. This suggests that the generally held hypothesis that South American parasites are derived from tsetse-transmitted African trypanosomes is probably correct (9). In their work, Dirie *et al.* (9) also remarked that individual isolates of *T. vivax* from Africa are different in some characteristics such as pathogenicity, infectivity for laboratory rodents, isoenzyme and karyotypic patterns. We believe that the morphometrical characteristics observed in South American *T. vivax* should be included in this listing since this trypanosome species is biometrically distinct among bovine species from Brazil and Bolivia (5) and probably from other New World countries (table III).

Acknowledgements

We wish to thank Drs. M. Desquesnes and E. Espinoza for sharing their unpublished data on biometrics of *T. vivax* isolates from French Guiana and Venezuela, respectively. We thank Dr. Dierk Rebeski for the translation of the paper from Suriname. Our special thanks to Dr. G. Duvallet for the help with the translation into French. We also thank Dr. E. Espinoza for the photomicrograph of *T. vivax* in bovines from Venezuela.

REFERENCES

1. ALLSHOP B.A., NEWTON S.D., 1985. Characterization of *Trypanosoma (Duttonella) vivax* by isoenzyme analysis. *Int. J. Parasitol.*, **15**: 265-270.
2. BOID R., MLECHE W.C.H., 1985. Isoenzyme analysis of stocks of trypanosomes isolated from cattle in Indonesia. *Res. vet. Sci.*, **39**: 388-389.
3. CHARDOME M., PEEL E., 1967. Les trypanosomes transmis par *Glossina morsitans* au Bugesera (Rwanda et Burundi). Brussels, Belgium (Ad. Goemaere).
4. COLAS-BELCOUR J., 1938. Note sur *Trypanosoma viennei* Lavier 1921 = *T. guyanense* Leger et Vienne 1919. *Bull. Soc. Path. exot.*, **31**: 369.
5. DAVILA A.M.R., RAMIREZ L., SILVA R.A.M.S., 1997. Morphological and biometrical differences among *Trypanosoma vivax* isolates from Brazil and Bolivia. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, **92**: 357-358.
6. DESQUESNES M., GARRAIN C., 1997. Origin and distribution of New World livestock trypanosomes and their affinity for some mammalian host. In: First symp. New World trypanosomes, Georgetown, Guiana, November 20-22, 1997. (In press)
7. DESQUESNES M., 1996. Trypanosomes of livestock in Latin America. *Trypanews*, **3**: 1-2.
8. DESQUESNES M., 1997. Les trypanosomes du bétail en Amérique latine, étude spéciale dans le Plateau des Guyanes. Thèse doct. Parasitol., Université de Lille, France, 409 p.
9. DIRIE M.F., MURPHY N.B., GARDINER P.R., 1993. DNA fingerprinting of *Trypanosoma vivax* isolates rapidly identifies intraspecific relationships. *J. Euk. Microbiol.*, **40**: 132-134.

Table III

Mean length of *Trypanosoma vivax* isolated from bovines in the New World

Country (reference)	Num. of measurements	Mean length (µm)
Bolivia (28)	80	15.86
(Silva <i>et al.</i> , 1997, unpubl.)	45	17.37
Brazil (27)	100	18.73
(Silva <i>et al.</i> , 1997, unpubl.)	50	18.10
Colombia (25)	-	21.00
French Guiana (20)	-	22.50
Mauritius (15).	200	25.0
(10)	100	26.4
Panama (17)	100	21.38
Suriname (23)	600	21.50
Venezuela (18)	-	22.00

10. FAIRBAIRN H., 1953. Studies on *Trypanosoma vivax*. IX. Morphological differences in strains and their relation to pathogenicity. *Ann. trop. Med. Parasitol.*, **47**: 394-405.
11. FERNANDEZ A.J., 1931. Tripanosomiasis de los bovidos de Venezuela. *Gaceta Medica, Caracas*, **38**: 17.
12. GARDINER P.R., 1989. Recent studies of the biology of *Trypanosoma vivax*. *Adv. Parasitol.*, **28**: 229-317.
13. GARDINER P.R., MAHMOUD M.M., 1992. Salivarian trypanosomes causing disease in livestock outside Sub-Saharan Africa. In: Kreier J.P., Baker J.R., Eds., Parasitic protozoa, Vol. 2. San Diego, CA, USA, Academic Press, p. 277-314.
14. GATHUO H.K.W., NANTULYA V.N., GARDINER P.R., 1987. *Trypanosoma vivax*: Adaptation of two East African stocks to laboratory rodents. *J. Protozool.*, **34**: 48-53.
15. HOARE C.A., BROOM J.C., 1938. Morphological and taxonomic studies on mammalian trypanosomes. IV. Biometrical study of the relationship between *Trypanosoma uniforme* and *T. vivax*. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, **31**: 517-534.
16. HOARE C.A., 1972. The trypanosomes of mammals. A zoological monograph. Oxford, UK, Blackwell Scientific Publ., 749 p.
17. JOHNSON C.M., 1941. Bovine trypanosomiasis in Panama. *Amer. J. trop. Med.*, **22**: 289-297.
18. KUBES V., 1944. El *Trypanosoma vivax*, Americano agente de la tripanosomiasis bovina en Venezuela, su comparación con el del Africa. Caracas, Venezuela, Editorial Grafolit.
19. LEEFLANG P., BUYS J., BLOTKAMP C., 1976. Studies on *Trypanosoma vivax*: infectivity and serial maintenance of natural bovine isolates in mice. *Int. J. Parasitol.*, **6**: 413-417.
20. LEGER M., VIENNE M., 1919. Epizootie à trypanosomes chez les bovidés de la Guyane française. *Bull. Soc. Pathol. exot.*, **12**: 258-266.

21. LEVINE N.D., 1973. Protozoan parasites of domestic animals and of man. Minneapolis, Minnesota, USA, Burgess Publ., 406 p.
22. MOLOO S.K., 1982. Studies on transmission of two East Africa stocks of *Trypanosoma vivax* to cattle, goats, rabbits, rats, and mice. *Acta trop.*, **39**: 51-59.
23. NIESCHULZ O., 1939. Über die morphologie des *Trypanosoma viennei* aus Surinam (Neiderlandisch Guïana). *Zschr. InfektKr. Hyg. Haust.*, **55**: 207-216.
24. NIESCHULZ O., BOS A., FRICKERS J., 1938. Over een infectie door *Trypanosoma viennei* bij een rund uit Suriname. *Tijdschr. Diergeneesk.*, **65**: 963-972.
25. PLATA R., 1931. Tripanosoma tipo cazalboui en el ganado de la Costa Atlantica. *Rev. Med. vet., Bogota*, **3**: 141.
26. SHAW J.J., LAINSON R., 1972. *Trypanosoma vivax* in Brazil. *Ann. trop. Med. Parasitol.*, **66**: 25-32.
27. SILVA R.A.M.S., DA SILVA J.A., SCHNEIDER R.C., DE FREITAS J., MESQUITA D.P., MESQUITA T.C., RAMIREZ L., DÁVILA A.M.R., PEREIRA M.E.B., 1996. Outbreak of trypanosomiasis due to *Trypanosoma vivax* (Ziemann, 1905) in bovines of the Pantanal, Brazil. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, **91**: 561-562.
28. SILVA R.A.M.S., MORALES G., EULERT E., MONTENEGRO A., YBANEZ R., 1998. Outbreaks of trypanosomiasis due to *Trypanosoma vivax* in bovines of Bolivia. *Vet. Parasitol.* (In press)
29. STEPHEN L.E., 1986. Animal trypanosomiasis beyond the distribution of glossina. In: Trypanosomiasis, a veterinary perspective. New York, NY, USA, Pergamon, p. 171-183.
30. TEJERA E., 1920. Trypanosomiasis animales au Venezuela. *Bull. Soc. Pathol. exot.*, **13**: 297-305.
31. WELLS E.A., BETANCOURT A., RAMIREZ L., 1977. Serological evidence for the geographical distribution of *Trypanosoma vivax* in the New World. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, **71**: 448-449.

Reçu le 6.10.97, accepté le 9.4.98

Résumé

Dávila A.M.R, Ramirez L., Silva R.A.M.S. *Trypanosoma vivax* en Amérique : morphométrie et spectre d'hôtes

L'espèce *Trypanosoma vivax*, d'origine africaine, est classiquement décrite comme ayant la forme d'une massue à l'extrémité arrondie. Cependant des formes longues et flexueuses sont présentes dans plusieurs stocks. En Amérique, le maintien de cette forme classique en massue semble dépendre de l'espèce de l'hôte. Le *T. vivax* d'Amérique du Sud mesure de 16 à 26,5 µm de longueur et apparaît ainsi plus court que l'espèce décrite initialement. Des études biométriques récentes ont montré que les longueurs moyennes du *T. vivax* d'Amérique du Sud variaient de 15,86 à 23 µm et que la longueur minimum rapportée était 11,34 µm. Une description des caractéristiques morphologiques et du spectre d'hôtes de *T. vivax* en Amérique est présentée car peu d'information est disponible sur la pathogénicité, l'épizootiologie et la morphologie des trypanosomes semblables à *T. vivax* infectant les animaux domestiques dans cette région du monde.

Mots-clés : *Trypanosoma vivax* - Conformation animale - Dimension - Hôte - Amérique.

Resumen

Dávila A.M.R, Ramirez L., Silva R.A.M.S. *Trypanosoma vivax* en las Américas: morfometría y rango de huéspedes

El *Trypanosoma vivax* africano se describe clásicamente por presentar extremidad redondeada. Sin embargo, ciertas cepas se presentan como formas mas finas. Esta forma característica de matraca se ha observado también en las Américas, dependiendo de la especie huésped. El *T. vivax* sud americano tiene un rango de longitud de 16 a 26,5 µm, apareciendo mas corto que las especies descritas originalmente. Estudios biométricos recientes muestran que el *T. vivax* sud americano varía en longitudes promedio de 15,86 a 23 µm, con una longitud mínima reportada de 11,34 µm. Debido a que actualmente existe poca información sobre la patogenicidad natural, la epizootiología y la morfología de los tripanosomas similares a *T. vivax*, que infectan los animales domésticos en las Américas, se presenta una descripción de las características morfológicas y el rango de hospederos de *T. vivax* en las Américas.

Palabras clave: *Trypanosoma vivax* - Conformación animal - Dimensión - Huesped - América.

Essai de lutte contre *Glossina palpalis gambiensis* (Vanderplank, 1949) à l'aide de pièges et d'écrans imprégnés de deltaméthrine en zone soudanienne au Mali

A. Djiteye ¹ S.K. Moloo ² K. Foua Bi ³
E. Coulibaly ¹ M. Diarra ¹ I. Ouattara ¹
D. Traoré ¹ Z. Coulibaly ¹ A. Diarra ¹

Mots-clés

Glossina palpalis gambiensis - Lutte anti-insecte - Deltaméthrine - Piège - Mali.

Résumé

L'installation de pièges et d'écrans imprégnés de deltaméthrine le long des forêts ripicoles du fleuve Niger a réduit de 98,70 p. 100 la densité apparente de la population de *Glossina palpalis gambiensis* sur une des rives, après trois mois d'action. Le pourcentage de mouches ténérales a brusquement augmenté, passant de 3,75 p. 100, au début de la lutte, à 47,05 et à 73,68 p. 100, respectivement une semaine et un mois après le commencement de la lutte. La proportion de femelles nullipares est passée de 19,14 à 87,50 p. 100, respectivement avant l'installation du système attractif toxique et un mois après. La stratégie de lutte entreprise s'est avérée simple, peu onéreuse, très efficace et capable de contrôler les glossines dans la zone agropastorale de Tienfala-Baguinée, située à l'est de la capitale, Bamako.

■ INTRODUCTION

La zone agropastorale de Tienfala-Baguinée, située à l'est de Bamako au Mali (figure 1), couvre une superficie d'environ 1 500 km², de part et d'autre du fleuve Niger. Le climat est de type soudanien, avec une pluviométrie moyenne de 1 037 mm/an et des températures moyennes annuelles allant de 26 à 35 °C. De récentes prospections (11) n'ont pas révélé la présence de *Glossina morsitans submorsitans*, sous-espèce de savane jadis présente en de très faibles densités (13). Le milieu est infesté de *G. palpalis gambiensis*, sous-espèce riveraine présente dans le cordon ripicole, les îlots et les galeries forestières du fleuve et de ses affluents. Cette infestation compromet l'élevage à l'intérieur de la

« ceinture laitière » autour de la capitale. Le cheptel bovin, estimé à près de 40 000 têtes, est composé essentiellement de races trypanosensibles : zébus, animaux importés (Montbéliards) et des métis. L'élevage de telles races en présence de mouches tsé-tsé impose des contraintes, avec notamment l'usage fréquent, et souvent irrationnel, de produits trypanocides. Il est difficile d'évaluer les pertes causées par la maladie, mais si sa prévalence peut atteindre 66,7 p. 100 chez les zébus (13) et si l'on se réfère à l'achat des trypanocides, ceux-ci coûtent environ 120 millions de francs CFA/an, soit 3 000 francs CFA/tête/an, à l'élevage dans la zone. Lutter contre la maladie et ses vecteurs, c'est aussi contribuer aux efforts déployés par les communautés rurales et urbaines de la ville de Bamako pour améliorer leur situation économique. C'est ce qui justifie le présent travail de démonstration.

A peu près toutes les méthodes de lutte utilisées contre les insectes ont fait l'objet de recherches plus ou moins suivies d'applications limitées dans le temps et dans l'espace pour lutter contre la maladie du sommeil ou contre les trypanosomoses animales : capture à

1. Laboratoire Central Vétérinaire, BP 2295, Bamako, Mali

2. ILRI, PO Box 30709, Nairobi, Kenya

3. FAST, Université d'Abidjan, 22 BP 582, Abidjan 22, Côte d'Ivoire



Figure 1 : carte du Mali montrant la zone de lutte contre la trypanosomose.

la main, pièges, écrans, éclaircissement forestier, destruction du gibier, insecticides, chimiostérilisants, lâchers de parasitoïdes, lâchers de mâles stériles. Si certaines de ces méthodes, telles que la déforestation et, dans une moindre mesure, l'abattage du gibier, ont connu leur période de succès, seuls les insecticides font encore l'objet d'applications courantes (4).

Les pulvérisations au sol et les épandages aériens d'insecticides sont efficaces et opérationnels contre les glossines. Cependant ces méthodes sont très onéreuses, polluantes et exigent un personnel nombreux et un appui logistique important (19, 27, 28). Divers pièges et écrans ont été inventés entre 1910 et 1960, mais les succès d'application de ces techniques ne sont vraiment apparus qu'après les nombreux travaux menés en Afrique australe, occidentale et centrale après 1970. La simplification des systèmes et le renforcement de leur efficacité, grâce aux pyréthrinoides à effet « d'abattage » (*knock-down*) et à certains produits olfactifs, ont permis des progrès remarquables (6). Les glossines adultes sont extrêmement sensibles à la deltaméthrine qui est 1 000 fois plus puissante que la DDT et 100 fois plus puissante que l'endosulfan et la diéldrine (3).

Les systèmes attractifs toxiques (SAT) (ou *attractant-toxicant systems* des auteurs anglo-saxons) sont des ensembles d'objets - pièges ou écrans - attractifs par leur forme, leur taille, leur couleur ou encore par l'adjonction d'un attractif olfactif, et rendus toxiques par la présence d'un insecticide dont ils sont imprégnés. Comme ces systèmes sont constitués d'objets fabriqués en nombre limité, avec de faibles doses d'insecticide, ils ne présentent aucun danger de pollution chimique (4).

Les systèmes attractifs toxiques (pièges et écrans imprégnés d'insecticide, traitement épicutané des animaux) ont été utilisés avec succès contre les glossines dans beaucoup de pays africains : Bauer et coll. au Burkina Faso (1), Cuisance et coll., Gouteux et coll. en République centrafricaine (7, 14), Laveissière et coll. en Côte d'Ivoire (15-24), Oladunmade et coll. au Nigeria (26), Leak et coll. en Ethiopie (25).

En Afrique, la diversité et le contraste des zones biogéographiques n'autorisent pas l'utilisation d'une seule et même méthode.

Chacune est généralement spécifique d'un groupe d'espèces de glossines donc de faciès très particuliers. Les conditions climatiques, le relief, la végétation, la localisation des vecteurs présentent de grandes différences entre deux régions pour que telle technique mise au point ici ou là soit utilisable ailleurs (16).

En santé animale, la rentabilité économique étant essentielle, il convient de chercher les méthodes de lutte les plus simples et les plus pratiques pour les agropasteurs.

L'objectif de la lutte, réalisée dans la zone agropastorale de Tienfala-Baguinéda sur une petite échelle (40 km le long du fleuve Niger), était de tester les différentes combinaisons pièges/écrans imprégnés d'insecticide, les plus efficaces et les moins onéreuses, avant le démarrage d'une grande campagne pour l'assainissement de toute la zone.

■ MATERIEL ET METHODES

Répartition de *Glossina palpalis gambiensis*

La zone retenue pour la lutte expérimentale était une portion du fleuve Niger située entre les villages de Moribabougou et Tienfala. Les portions suivantes ont été choisies :

- rive gauche (20 km entre Moribabougou et Djinkoni, incluant le gîte de Tienfala) ;
- rive droite (20 km entre Dougourakoro et Senkoro, incluant le gîte de Baguinéda).

Les pièges, de type biconique Challier-Laveissière (5), munis d'une cage Roubaud, étaient très attractifs pour *G. palpalis gambiensis* et ont été utilisés comme pièges de capture. Ils ont été placés le long des galeries à 100 m les uns des autres. Les glossines capturées dans les cages ont été récoltées toutes les 24 h et la densité apparente (DAP = nombre de glossines/piège/ jour) a été calculée pour chaque kilomètre à raison de 10 pièges par km, suivant la méthode décrite par Cuisance et coll. (8). Les cages tombées n'étaient pas comptabilisées.

Lutte contre *Glossina palpalis gambiensis*

Imprégnation des pièges et des écrans

L'insecticide retenu était la deltaméthrine (pyréthrinoides de synthèse, de SOFACO, groupe Roussel UCLAF) sous forme de concentré émulsifiable, K. Othrine pm 50 (50 g de matière active par litre). Le choix de cette formulation a été dicté par des essais antérieurs qui ont montré sa grande facilité d'utilisation et sa stabilité au stockage, à la lumière, à la chaleur et à l'eau. La deltaméthrine est inodore, ne tâche pas et n'est pas corrosive. Elle est très toxique pour les animaux à sang froid, mais ne l'est pratiquement pas pour les animaux à sang chaud aux doses usuelles d'emploi.

Le piège retenu pour la lutte était aussi le piège biconique Challier-Laveissière mais sous une forme dite aveugle, c'est-à-dire dépourvue de cône supérieur et de cage de capture.

L'écran noir/bleu/noir de Laveissière (16) a aussi été utilisé ; le choix a été dicté par une plus grande efficacité que l'écran bleu simple. Les supports ont été imprégnés à 200 mg de deltaméthrine/m² de tissu.

Pose des pièges et écrans

Un ruban métrique de 100 m a servi pour la mesure des distances. Des arbres ont été marqués tous les 100 m pour servir de repères : une peinture bleue indiquait l'emplacement d'un écran et une

rouge celui d'un piège. Un étalonnage kilométrique a aussi été effectué. Les pièges et les écrans ont ensuite été déployés. La partie supérieure de chaque piège était bourrée de tissu et attachée au piquet à l'aide d'une ficelle ; la partie inférieure était également attachée pour maintenir les glossines mortes.

■ Rive gauche

Les pièges et les écrans étaient intercalés et distants de 200 m et étaient tous numérotés. Au total 55 pièges (P1 à P55) et 49 écrans (E1 à E49) ont été posés sur les 20 kilomètres. Le coût des installations a été estimé à 391 000 francs CFA, avant la dévaluation du franc CFA, soit 19 550 francs CFA par km linéaire (piège + piquet = 5 500 francs CFA ; écran + piquet = 1 500 francs CFA ; 1 g de matière active de deltaméthrine = 300 francs CFA).

■ Rive droite

Les pièges ont été placés à intervalles de 500 m et dans chaque intervalle ont été ajoutés trois écrans. Au total 36 pièges (P'1 à P'36) et 96 écrans (E'1 à E'96) ont été placés sur les 20 kilomètres. Le coût des installations était égal à 355 800 francs CFA, soit 17 790 francs CFA par km linéaire.

L'ensemble de la zone concernée par cette lutte expérimentale couvrait environ 195 km² (15 km x 13 km) ; le coût du traitement du kilomètre carré était estimé à 3 830 francs CFA, soit 12,75 US dollars par km² (1 US dollar = 300 F CFA avant la dévaluation du F CFA).

Evaluation de la lutte contre G. palpalis gambiensis

Les évaluations avant et après traitement ont été faites à l'aide de 10 pièges biconiques de capture, placés sur une portion d'un kilomètre, retenue comme zone de contrôle :

- la zone n° 1 (rive gauche), ancien gîte de Tienfala ;
- la zone n° 2 (rive droite), ancien gîte de Baguinéda ;
- la zone n° 3 (île de Senkoro), zone témoin, non traitée.

Les glossines capturées ont été récoltées toutes les 24 h et pendant deux jours successifs. Les contrôles ont été effectués successivement avant la lutte par SAT, puis une semaine, un mois, deux mois, trois mois et quatre mois après. Le matériel de lutte a été retiré sur les portions durant les contrôles.

Analyse des résultats

Dans chaque zone de contrôle, le nombre et le sexe des glossines capturées ont été enregistrés piège par piège. L'analyse des résultats quantitatifs a été basée sur l'étude de la densité apparente (DAP). L'effet du traitement a été apprécié par le pourcentage de réduction de la DAP. Ce dernier a été corrigé en fonction de la zone témoin, d'après Laveissière et coll. (20, 23). La DAP estimée (DAP est.) a été calculée d'après des études antérieures sur les variations saisonnières de la DAP (10) et en fonction de la densité apparente corrigée (DAP cor.).

Pourcentage de réduction de la DAP (R_{DAP}) :

$$R_{DAP} = \frac{DAP \text{ avant traitement} - DAP \text{ après traitement}}{DAP \text{ avant traitement}} \times 100$$

Pourcentage de réduction corrigé de la DAP :

$$R_{DAP \text{ cor.}} = \frac{DAP \text{ zone témoin} - DAP \text{ zone traitée}}{DAP \text{ zone témoin}} \times 100$$

L'analyse des résultats qualitatifs a été basée sur l'étude de la composition des populations : le sex-ratio, le pourcentage de mouches ténérales et les proportions de classes d'âge physiologique des femelles, d'après Laveissière et coll. (21, 24).

■ RESULTATS

Répartition de Glossina palpalis gambiensis

■ Rive gauche

Les 189 pièges installés ont capturé 391 glossines (171 mâles + 220 femelles), la DAP moyenne était de 2,07 glossines/piège/jour. Les captures par piège variaient entre 0 et 28 glossines, et la DAP/km la plus élevée a été 16 (160 glossines capturées par 10 pièges) (figure 2).

■ Rive droite

Les 186 pièges posés ont capturé 216 glossines (106 mâles + 110 femelles), la DAP moyenne était de 1,16. Les captures par piège variaient entre 0 et 28, et la DAP/km la plus élevée a été 5,8 (58 glossines capturées par 10 pièges) (figure 2).

Lutte contre Glossina palpalis gambiensis

Résultats quantitatifs

■ Rive gauche (gîte de Tienfala)

La DAP avant le traitement était égale à 7,75 alors qu'elle avait été estimée à 10,80 (DAP est.) selon la courbe annuelle de la densité (10). Cette réduction de 28,24 p. 100 a été prise en compte pour estimer la densité après la lutte. Un taux de réduction (R_{DAP}) de 89,03 p. 100 a été enregistré après sept jours de lutte, mais le taux de réduction corrigé (R_{DAP cor.}) était de 87,12 p. 100, calculé selon la densité estimée à 6,60 sans la lutte (10). Cette densité n'a pas changé de manière significative un mois après l'installation du SAT. Le taux de réduction le plus élevé (98,70 p. 100) a été atteint après trois mois d'intervention (DAP = 0,10). La densité apparente a légèrement augmenté au quatrième mois (DAP = 0,45) et cela s'expliquait par la baisse de l'efficacité de l'insecticide (durée de rémanence = trois mois) et le lessivage des supports par les pluies (figure 3).

■ Rive droite (gîte de Baguinéda)

Avant l'action de lutte, les DAP enregistrées dans la zone de lutte et la zone témoin (non traitée) étaient respectivement 2 et 2,6. Cette différence de 23,07 p. 100 a été prise en compte, mais la dynamique des populations de glossines est considérée comme identique pour ces deux biotopes. Après sept jours d'intervention, la DAP a baissé de 45 p. 100. Par contre, elle a augmenté de 39,53 p. 100 au niveau de la zone témoin, le pourcentage de réduction corrigé étant de 66,66 p. 100. Le taux de réduction le plus élevé (77,50 p. 100) a été obtenu après un mois d'action. La DAP a augmenté le deuxième et le troisième mois pour atteindre 1,30, soit un pourcentage de réduction de 35 p. 100. Les dernières observations ont été faites au début du mois d'août, sous des pluies abondantes (figure 4).

Résultats qualitatifs

■ Etude du sex-ratio

Au niveau du gîte de Tienfala, le pourcentage de mâles a augmenté de 37,41 p. 100, avant la lutte, à 57,89 p. 100, un mois après. Par contre, il a chuté de 61,53 à 34,92 p. 100 au niveau de la

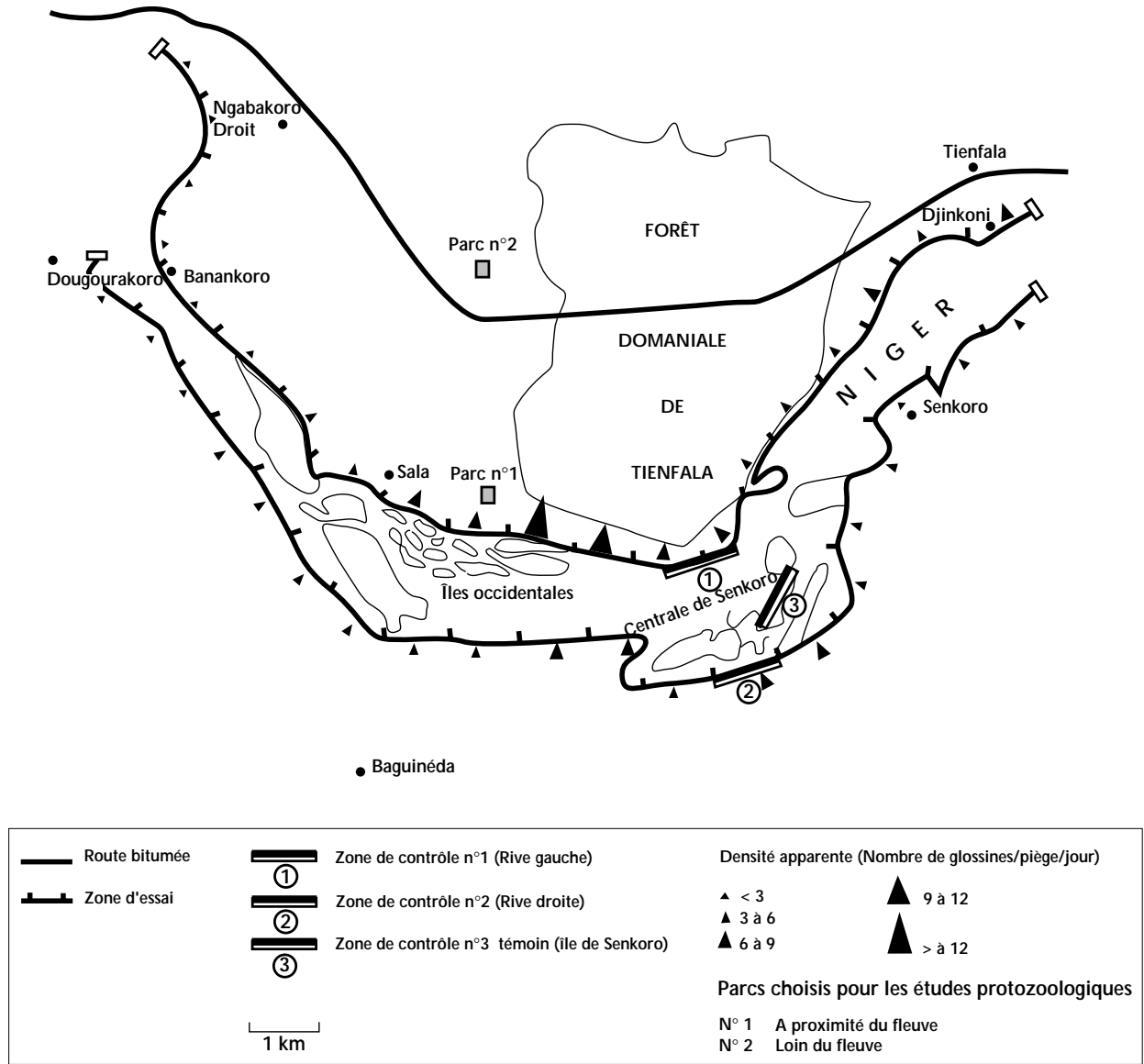


Figure 2 : secteur test de la lutte contre les glossines - zone agropastorale de Tienfala-Baguinéda.

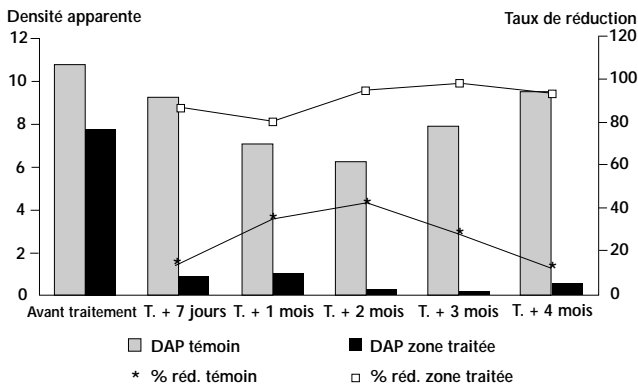


Figure 3 : variations des DAP suite à l'action de lutte contre Glossina palpalis gambiensis sur la rive gauche du fleuve Niger, Tienfala.

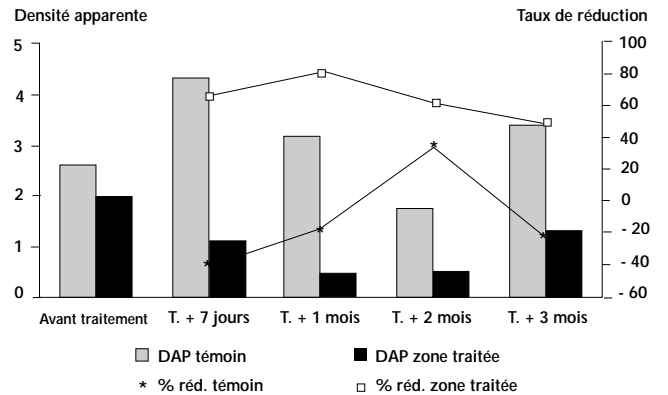


Figure 4 : variations des DAP suite à l'action de lutte contre Glossina palpalis gambiensis sur la rive droite du fleuve Niger, Baguinéda.

zone témoin. Sur l'autre rive, gîte de Baguinéda, le sex-ratio est resté d'une manière générale en faveur des mâles, 57 p. 100 pour l'échantillon total (tableau I).

■ Etude de la composition des populations

Sur la rive gauche, le nombre de mouches ténérales (jeunes, qui n'ont pas encore pris leur premier repas de sang) a brusquement augmenté : 3,75 p. 100, avant la lutte, 47,05 p. 100, une semaine après, et 73,68 p. 100, un mois après. Cela démontre l'efficacité de l'action de lutte, car la plupart des glossines capturées après l'installation du SAT étaient des mouches très jeunes qui n'avaient pas encore eu l'occasion d'être en contact avec les leurres insecticides.

Au niveau du gîte de Baguinéda, le plus fort pourcentage de mouches ténérales (36,36 p. 100) a été atteint après une semaine de lutte. Sur l'île de Senkoro (zone témoin), la proportion de ténérales oscillait entre 8,82 et 22,38 p. 100 (tableau II).

Sur la rive gauche, une augmentation graduelle du pourcentage de nullipares (femelles qui n'ont pas encore ovulé, âgées de moins de 8 jours) a été constatée : 19,14 p. 100, avant la lutte, 40 p. 100, une semaine après, et 87,5 p. 100, un mois après. Par contre, celui des vieilles pares (femelles qui ont ovulé au moins quatre fois, âgées de plus de 40 jours) a baissé, respectivement de 53,19 p. 100 à 30 et à 12,5 p. 100. Au niveau de la zone témoin, le pourcentage de nullipares a baissé de 30 à 19,35 p. 100, un mois après, mais celui des vieilles pares n'a pratiquement pas varié (40 et 41,93 p. 100) (tableau III).

Retrait des pièges et des écrans

Le SAT a été retiré selon les cas fin juillet ou début août. Les pertes enregistrées sont présentées dans le tableau IV.

S'agissant de pertes attribuées à la population, on constate que les éléments les plus recherchés étaient les piquets des pièges et les tissus des écrans. Les pièges étaient moins touchés que les écrans ; au total, sur la rive gauche et sur la rive droite respectivement 51 et 42 p. 100 des pièges ont été perdus, alors que 63,5 et 62,5 des écrans étaient perdus sur ces mêmes sites. Les communautés rurales ont pourtant été sensibilisées au travers de rencontres avec les chefs d'arrondissements de Baguinéda et de Tienfala, et les chefs des villages concernés.

■ DISCUSSION ET CONCLUSION

Les densités apparentes de *Glossina palpalis gambiensis* obtenues avant l'installation du système attractif toxique (SAT) étaient relativement faibles. Les études ont été effectuées aux mois de mars et d'avril (en pleine saison sèche chaude), quand les densités étaient au niveau le plus bas à cause de la rigueur climatique. Au gîte de Tienfala (rive gauche du fleuve Niger) la densité apparente obtenue égale à 7,75 était trois fois inférieure à celle de 21,7 enregistrée en fin de saison des pluies (10). Les 91 pièges et les 145 écrans installés le long des deux rives (distantes en moyenne de

Tableau I

Variations des pourcentages de mâles de *Glossina palpalis gambiensis* suite à l'action de lutte (zone soudanienne, fleuve Niger)

Période	Zone traitée Tienfala	Zone traitée Baguinéda	Zone témoin Ile de Senkoro
Avant T.	37,41 % (58/155)*	55,00 % (22/40)	61,53 % (32/52)
T. + 7 jours	41,17 % (7/17)	50,00 % (11/22)	47,67 % (41/86)
T. + 1 mois	57,89 % (11/19)	55,55 % (5/9)	34,92 % (22/63)
T. + 2 mois	- (3/4)	70,00 % (7/10)	67,64 % (23/34)
T. + 3 mois	- (1/2)	61,53 % (16/26)	44,77 % (30/67)
T. + 4 mois	22,22 % (2/9)	-	-

* (nb. de mâles/nb. total de glossines)

T. = traitement (installation du système attractif toxique)

Tableau II

Variations des pourcentages de *Glossina palpalis gambiensis* ténérales suite à l'action de lutte (zone soudanienne, fleuve Niger)

Période	Zone traitée Tienfala	Zone traitée Baguinéda	Zone témoin Ile de Senkoro
Avant T.	3,75 % (3/80)*	22,50 % (9/40)	11,53 % (6/52)
T. + 7 jours	47,05 % (8/17)	36,36 % (8/22)	19,76 % (17/86)
T. + 1 mois	73,68 % (14/19)	11,11 % (1/9)	14,89 % (4/47)
T. + 2 mois	- (0/4)	20,00 % (2/10)	8,82 % (3/34)
T. + 3 mois	- (0/2)	11,53 % (3/26)	22,38 % (15/67)
T. + 4 mois	11,11 % (1/9)	-	-

* (nb. de ténérales/nb. total de glossines)

T. = traitement (installation du système attractif toxique)

Tableau III

Variations des proportions des classes d'âge physiologique des femelles de Glossina palpalis gambiensis suite à l'action de lutte (zone soudanienne, fleuve Niger)

Période	Zone	Nullipares		Jeunes-pares		Vieilles-pares		Total	
		Nb.	(%)	Nb.	(%)	Nb.	(%)	Nb.	(%)
Avant traitement	Tienfala	9	(19,14)	13	(27,65)	25	(53,19)	47	(100)
	Baguinéda	8	(44,44)	5	(27,77)	5	(27,77)	18	(100)
	Témoïn	6	(30,00)	6	(30,00)	8	(40,00)	20	(100)
Traitement + 7 jours	Tienfala	4	(40,00)	3	(30,00)	3	(30,00)	10	(100)
	Baguinéda	4	(36,36)	4	(36,36)	3	(27,27)	11	(100)
	Témoïn	17	(37,77)	17	(37,77)	11	(24,44)	45	(100)
Traitement + 1 mois	Tienfala	7	(87,50)	0	(0)	1	(12,50)	8	(100)
	Baguinéda	2	-	2	-	0	-	4	(100)
	Témoïn	6	(19,35)	12	(38,70)	13	(41,93)	31	(100)
Traitement + 2 mois	Tienfala	0	-	0	-	1	-	1	(100)
	Baguinéda	1	-	0	-	2	-	3	(100)
	Témoïn	1	(9,09)	3	(27,27)	7	(63,63)	11	(100)
Traitement + 3 mois	Tienfala	1	-	0	-	0	-	1	(100)
	Baguinéda	1	(10,00)	5	(50,00)	4	(40,00)	10	(100)
	Témoïn	8	(21,62)	16	(43,24)	13	(35,13)	37	(100)
Traitement + 4 mois	Tienfala	3	(42,85)	0	(0)	4	(57,14)	7	(100)
	Baguinéda	-	-	-	-	-	-	-	-
	Témoïn	-	-	-	-	-	-	-	-

Tableau IV
Pertes de matériel enregistrées lors des contrôles

	Rive gauche *		Rive droite **	Causes
	Contrôle 1	Contrôle 2		
	Pièges (nb. = 55)		Pièges (nb. = 36)	
Piquets disparus	3 (5,45%)	18 (32,72%)	11 (30,55%)	Hommes
Tissus disparus	1 (1,81%)	15 (27,27%)	11 (30,55%)	Hommes
Tissus endommagés	2 (3,63%)	4 (7,27%)	-	Hommes/animaux
Piquets + tissus disparus	-	9 (16,36%)	4 (11,11%)	Inondation/autres
Perte totale		28 (50,9%)	15 (41,66%)	
	Contrôle 1	Contrôle 2		
	Ecrans (nb. = 49)		Ecrans (nb. = 96)	
Piquets	4 (8,16%)	17 (34,69%)	25 (28,08%)	Hommes
Tissus	11 (22,44%)	24 (48,97%)	32 (33,33%)	Hommes
Tissus endommagés	3 (6,12%)	4 (8,16%)	-	Hommes/animaux
Piquets + tissus	-	9 (18,36%)	28 (29,16%)	Inondation/autres
Perte totale		33 (63,46%) ***	60 (62,50%)	

* deux contrôles à un et quatre mois après la pose

** un seul contrôle au troisième mois (août)

*** 3 tissus remplacés

800 m) du fleuve Niger ont permis de maîtriser efficacement les glossines dans la zone de lutte test couvrant environ 195 km² (15 km x 13 km). Le coût total par kilomètre carré a été estimé à 3 830 francs CFA (avant la dévaluation). En réalité le tiers du système hydrographique de la zone agropastorale a été traité, ce qui a permis de couvrir environ 500 km² de galeries et de savanes herbeuses ou arborées environnantes. Par conséquent, l'assainissement d'un kilomètre carré ne coûterait que 1 495 francs CFA.

En Côte d'Ivoire, le coût du traitement d'un kilomètre de galerie forestière à l'aide d'écrans imprégnés d'insecticide s'élevait à 11 750 francs CFA la première année et à 4 350 francs CFA la seconde année (17). Dans la zone péri-urbaine de Bamako, l'installation du SAT a coûté 19 550 francs CFA/km sur la rive gauche du fleuve Niger, contre 17 790 francs sur la rive droite.

Laveissière et coll. (20, 21) ont installé 137 pièges biconiques imprégnés de dècaméthrine sur 13 km de galerie forestière, en zone de savane humide. Après deux semaines, la DAP de *G. tachinoides* a baissé de 60,4 à 2,3 (taux de réduction > 96 p. 100). Deux mois plus tard, le taux de réduction était supérieur à 99 p. 100. La proportion de femelles nullipares est passée de 14,1 p. 100, avant traitement, à 47,6 p. 100, un mois après. La population de *G. palpalis gambiensis* a été moins réduite, à 81 p. 100 après 15 jours, 85 p. 100 après un mois et 98 p. 100 après trois mois. Un taux de réduction de 98,70 p. 100 a été obtenu dans la lutte contre cette sous-espèce au gîte de Tienfala, après trois mois d'intervention. La proportion de nullipares a brusquement augmenté de 19,14 p. 100, avant traitement, à 87,50 p. 100, un mois après.

Dans la zone de Sirasso, au nord de la Côte d'Ivoire, à l'aide d'écrans imprégnés de dètaméthrine, Douati et coll. ont obtenu un taux de réduction moyen de 70,0 p. 100 pour *G. palpalis gambiensis* et de 90,5 p. 100 pour *G. tachinoides* (12). Les pièges biconiques imprégnés ont donné une réduction moyenne de 98,8 p. 100 pour *G. palpalis gambiensis* et de 99,7 p. 100 pour *G. tachinoides*.

Dans la région de Daloa (Côte d'Ivoire), Dagnogo et coll. ont remarqué un effet immédiat et rapide des pièges imprégnés de dètaméthrine sur les glossines (85 à 100 p. 100 de taux de réduction), mais un effet assez lent des écrans (52 à 73 p. 100 de taux de réduction) (9). Les pertes de supports sont devenues importantes à partir du quatrième mois. Le pourcentage de perte au bout de cinq mois était de 44,2 pour les écrans, 17,4 pour les pièges monoconiques et de 9,5 p. 100 pour les biconiques.

Les pertes excessives du matériel de lutte (41,66 à 50,90 p. 100 de pièges, 62,50 à 63,46 p. 100 d'écrans) ont affecté négativement l'efficacité du système de lutte anti-vectorielle, dans la zone agropastorale de Tienfala-Baguinèda.

Les données quantitatives indiquent une meilleure réussite de l'action de lutte sur la rive gauche, zone de Tienfala. En effet, dans cette zone, le SAT a été mis en place un mois avant l'autre rive et il comportait plus de pièges que d'écrans. L'écran a coûté relativement moins cher que le piège, mais ce dernier a été plus efficace et plus respecté (moins enlevé) par les communautés rurales. La première combinaison (pièges et écrans intercalés et distants de 200 m) demeure la plus efficace ; elle est donc à recommander.

L'installation de pièges et d'écrans imprégnés de dètaméthrine le long des galeries forestières est une méthode de lutte très efficace, simple et peu onéreuse contre *Glossina palpalis gambiensis*. Le pourcentage de réduction le plus élevé (98,70 p. 100) a été atteint après trois mois d'action.

L'efficacité du SAT peut être accrue par :

- l'installation précoce et durable des leurres, placés au mois de janvier, réimprégnés trois mois après et retirés au début de la saison des pluies ;
- la création de barrières, sous forme de pièges imprégnés, pour empêcher la réinvasion de la zone assainie ;

- une plus grande sensibilisation et participation des communautés rurales et urbaines (mobilisation des autorités locales, administratives et politiques, participation directe des éleveurs).

A la méthode de lutte chimique non polluante en saison sèche peut s'ajouter une lutte par lâchers de mâles stériles en saison pluvieuse. Il a été programmé d'utiliser des mâles, nourris et marqués sur place, issus de pupes irradiées en provenance du Centre international de recherche-développement sur l'élevage en zone subhumide (CIRDES) de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso (soumis pour publication). Cette combinaison est vraisemblablement à même de conduire à une éradication des glossines dans la zone agropastorale de Tienfala-Baguineda.

Remerciements

Nous tenons à remercier tous ceux qui nous ont permis de réaliser ce travail, en particulier Drs K.O. Gyening (FAO, Accra), A.R. Gray, R. Eley (ILRI, Nairobi), S.M. Touré (CIRDES, Burkina Faso), U. Feldmann (Joint FAO/IAEA Division, Vienna), M. Touré, B. Seck B. (LCV, Bamako), R. Cook (APEX, USAID, Bamako), Pr A.S. Aouti, Dr M. Dagnogo (FAST, Abidjan), Pr P. Ranque (OMS, Genève).

BIBLIOGRAPHIE

- BAUER B., AMSLER-DELAFOSSÉ S., CLAUSEN P., KABORE I., PETRICH-BAUER J., 1995. Successful application of deltamethrin pour on to cattle in a campaign against tsetse flies (*Glossina* spp.) in the pastoral zone of Samorogouan, Burkina Faso. *Trop. Med. Parasitol.*, **46**: 183-189.
- BLANC F., GOUTEUX J.P., CUISANCE D., POUNEKROZOU E., LE MASSON A., N'DOKOUE F., MAINGUET M., D'AMICO F., LE GALL F., 1991. La lutte par piégeage contre *Glossina fuscipes fuscipes* pour la protection de l'élevage en République centrafricaine. III. Vulgarisation en milieu Mbororo. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **44** : 301-307.
- CARLE P.R., 1985. Utilisation de la deltaméthrine dans la lutte contre les vecteurs de grandes endémies. *Méd. Afr. Noire*, **32** : 249-251.
- CHALLIER A., 1984. Perspectives d'utilisation des systèmes attractifs toxiques dans la lutte contre les glossines (Diptera, Glossinidae). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **37** (n° spécial) : 31-59.
- CHALLIER A., LAVEISSIERE C., 1973. Un nouveau piège pour la capture des glossines (*Glossina* : Diptera, Muscidae) description et essais sur le terrain. *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasitol.*, **11** : 251-262.
- CUISANCE D., 1989. Le piégeage des tsé-tsé. Maisons-Alfort, France, IEMVT, 172 p. (Etudes et synthèses de l'IEMVT, n° 32)
- CUISANCE D., CAILTON P., KOTA-GUINZA A., N'DOKOUE F., POUNEKROZOU E., DEMBA D., 1991. Lutte contre *Glossina fuscipes fuscipes* par piégeage chez les éleveurs Mbororo de la République centrafricaine. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **44** : 81-89.
- CUISANCE D., POLITZAR H., TAMBOURA I., MEROT P., LAMARQUE G., 1984. Répartition des glossines dans la zone pastorale d'accueil de Sédarougou, Burkina. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **37** (n° spécial) : 99-113.
- DAGNOGO M., EOUZAN J.P., LOHUIRIGNON K., 1985. Données préliminaires sur l'efficacité comparée de trois supports attractifs toxiques pour les glossines : le piège monoconique, le piège biconique et l'écran bleu-noir dans la région de Daloa (Côte d'Ivoire). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **38** : 379-385.
- DJITEYE A., MOLOO S.K., FOUA BI K., COULIBALY E., DIARRA M., OUATTARA I., TRAORE D., COULIBALY Z., DIARRA A., 1997. Variations saisonnières de la densité apparente et du taux d'infection par *Trypanosoma* spp. de *Glossina palpalis gambiensis* (Vanderplank, 1949) en zone soudanienne au Mali. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **50** : 133-137.
- DJITEYE A., MOLOO S.K., FOUA BI K., TOURE M., BOIRE S., BENGALY S., COULIBALY E., DIARRA M., TRAORE D., OUATTARA I., COULIBALY Z., 1997. Réactualisation des données sur la répartition des glossines au Mali. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **50** : 126-132.
- DOUATI A., KUPPER W., KOTIA K., BADOU K., 1986. Contrôle des glossines (*Glossina* : Diptera, Muscidae) à l'aide d'écrans et de pièges (méthodes statiques) : bilan de deux années de lutte à Sirasso dans le nord de la Côte d'Ivoire. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **39** (2) : 213-219.
- GOODWIN J.T., BOOMER W.P., LOGAN L., OLSEN J.K., 1986. Maintaining Zebu Maure cattle in a tsetse infested area of Mali. II. Epidemiological considerations. *Trop. Anim. Health Prod.*, **18**: 1-12.
- GOUTEUX J.P., CUISANCE D., DEMBA D., N'DOKOUE F., LE GALL F., 1991. La lutte par piégeage contre *Glossina fuscipes fuscipes* pour la protection de l'élevage en République centrafricaine. I. Mise au point d'un piège adapté à un milieu d'éleveurs semi-nomades. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **44** : 287-294.
- HERVOUET J.P., LAVEISSIERE C., 1985. La campagne pilote de lutte contre la trypanosomiase humaine dans le foyer de Vavoua (Côte d'Ivoire). 1. Présentation de la zone d'intervention. *Cah. ORSTOM, Sér. Ent. méd. Parasitol.*, **23** : 149-165.
- LAVEISSIERE C., 1988. La lutte contre les glossines. Revue des techniques utilisables. Le piège et son mode d'emploi. Bouaké, Côte d'Ivoire, Institut Pierre Richet, 19 p.
- LAVEISSIERE C., COURET D., 1981. Essai de lutte contre les glossines riveraines à l'aide d'écrans imprégnés d'insecticide. *Cah. ORSTOM, Sér. Ent. méd. Parasitol.*, **19** : 271-283.
- LAVEISSIERE C., COURET D., 1980. Traps impregnated with insecticide for the control of riverine tsetse flies. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, **74**: 264-265.
- LAVEISSIERE C., COURET D., KIENON J.P., 1980. Lutte contre les glossines riveraines à l'aide de pièges biconiques imprégnés d'insecticide, en zone de savane humide. 1. Description du milieu, du matériel et de la méthode. *Cah. ORSTOM, Sér. Ent. méd. Parasitol.*, **18** : 201-207.
- LAVEISSIERE C., COURET D., KIENON J.P., 1980. Lutte contre les glossines riveraines à l'aide de pièges biconiques imprégnés d'insecticide, en zone de savane humide. 2. Résultats quantitatifs obtenus lors des premiers essais. *Cah. ORSTOM, Sér. Ent. méd. Parasitol.*, **18** : 209-221.
- LAVEISSIERE C., COURET D., KIENON J.P., 1980. Lutte contre les glossines riveraines à l'aide de pièges biconiques imprégnés d'insecticide, en zone de savane humide. 3. Résultats qualitatifs obtenus lors des premiers essais. *Cah. ORSTOM, Sér. Ent. méd. Parasitol.*, **18** : 223-228.
- LAVEISSIERE C., GOUTEUX J.P., COURET D., 1980. Essais de méthodes de lutte contre les glossines en zone pré-forestière de Côte d'Ivoire. 1. Présentation de la zone, du matériel et des méthodes. *Cah. ORSTOM, Sér. Ent. méd. Parasitol.*, **18** : 229-243.
- LAVEISSIERE C., GOUTEUX J.P., COURET D., 1980. Essais de méthodes de lutte contre les glossines en zone pré-forestière de Côte d'Ivoire. 2. Résultats quantitatifs obtenus sur les populations de *Glossina palpalis* s.l. *Cah. ORSTOM, Sér. Ent. méd. Parasitol.*, **18** : 245-259.
- LAVEISSIERE C., GOUTEUX J.P., COURET D., 1980. Essais de méthodes de lutte contre les glossines en zone pré-forestière de Côte d'Ivoire. 3. Résultats qualitatifs obtenus sur les populations de *Glossina palpalis* s.l. *Cah. ORSTOM, Sér. Ent. méd. Parasitol.*, **24** : 307-314.
- LEAK S.G.A., WODYALEW M., ROWLANDS G.J., D'ETEREN G.D.M., 1995. A trial of a cypermethrin "pour-on" insecticide to control *Glossina pallidipes*, *G. fuscipes fuscipes* and *G. morsitans morsitans* (Diptera: Glossinidae) in south-west Ethiopia. *Bull. entomol. Res.*, **85**: 241-251.
- OLADUNMADE W., TAKKEN W., DENGWAT L., NDAMS I., 1985. Studies on insecticide-impregnated targets for the control of riverine *Glossina* spp. (Diptera: Glossinidae) in the sub-humid savanna zone of Nigeria. *Bull. ent. Res.*, **75**: 275-281.
- SEKETELI A., KUZOE F.A.S., 1986. Effet résiduel sur *Glossina palpalis palpalis* de l'alphaméthrine (pyréthrinamide de synthèse) en concentré émulsifiable 10% appliqué par épandage au sol en zone préforestière de Côte d'Ivoire. *Insect Sci. Appl.*, **7** : 757-761.
- SEKETELI A., KUZOE F.A.S., 1986. Essais d'épandage au sol de trois pyréthrinoides de synthèse (OMS 2012 p.m. 10%, OMS 2013 p.m. 5%, OMS 3004 p.m. 5%) contre *Glossina palpalis palpalis* et *G. tachinoides* en zone préforestière de Côte d'Ivoire. *Insect Sci. Appl.*, **7**: 763-769.

Reçu le 3.4.96, accepté le 6.4.98

Summary

Djiteye A., Molloo S.K., Foua Bi K., Coulibaly E., Diarra M., Ouattara I., Traoré D., Coulibaly Z., Diarra A. Control trial on *Glossina palpalis gambiensis* (Vanderplank, 1949) in the Sudanese zone of Mali, using deltamethrin impregnated traps and screens

The use of traps and screens impregnated with deltamethrin along the riverine forests of the Niger River reduced the apparent density of *Glossina palpalis gambiensis* population on one bank of the River by 98.70% after a three month trial period. The percentage of teneral flies increased dramatically from 3.75% before treatment to 47.05% and 73.68% one week and one month after treatment, respectively. Nulliparous females increased from 19.14% before the use of the toxic attractive system (TAS) to 87.50% one month after treatment. The control strategy proved to be simple, inexpensive and very efficient in restraining the tsetse population of the agropastoral zone of Tienfala-Baguinéda, East of Bamako, the capital.

Key words: *Glossina palpalis gambiensis* - Insect control - Deltamethrin - Trap - Mali.

Resumen

Djiteye A., Molloo S.K., Foua Bi K., Coulibaly E., Diarra M., Ouattara I., Traoré D., Coulibaly Z., Diarra A. Prueba de lucha contra la *Glossina palpalis gambiensis* (Vanderplank, 1949), gracias al uso de trampas y pantallas impregnadas con deltametrina en zona sudanesa en Mali

La instalación de trampas y pantallas impregnadas con deltametrina, a lo largo de los bosques ripícolas del río Niger, redujo, al cabo de tres meses de acción, un 98,70% de la densidad aparente de la población de *Glossina palpalis gambiensis* en una de las riberas. El porcentaje de moscas tenebrales aumentó bruscamente, pasando de 3,75 % al inicio de la lucha, a 47,05 y 73,68% a una semana y un mes, respectivamente, después del inicio de la lucha. La proporción de hembras nulíparas pasó de 19,14 a 87,50% antes de la instalación del sistema tóxico de atracción y un mes después, respectivamente. La estrategia de lucha llevada a cabo fue simple, económica, muy eficaz y capaz de controlar las glosinas en la zona agropastoral de Tienfala-Baguinéda, situada al este de la capital, Bamako.

Palabras clave: *Glossina palpalis gambiensis* - Control de insectos - Deltametrin - Trampa - Mali.

Note de lecture

Les parasites des viandes

❑ Quarante ans après la rédaction de ses premiers livres, le Professeur Euzéby publie un très bel ouvrage de 416 pages qui traite des parasites des viandes au sens large du terme. De présentation fort agréable et facile à utiliser ce nouveau manuel sera fort utile à tous ceux qui s'intéressent à la parasitologie, à l'inspection des viandes et aux zoonoses. L'abord vétérinaire et médical permet de bien prendre conscience de l'impact de certaines parasitoses sur la santé de l'homme.

Le seul reproche que l'on puisse faire à cet ouvrage c'est d'envisager trop rapidement et trop superficiellement certaines parasitoses tropicales. Les schistosomoses ne sont pas considérées, alors qu'à l'abattoir le vétérinaire inspecteur africain ou asiatique rencontre des lésions journalières. De même, il aurait été intéressant de traiter des parasites des poissons, comme les anisakidés, que le vétérinaire inspecteur détecte chaque jour.

Après une brève introduction, situant l'importance du sujet et précisant la notion de zoonose, l'ouvrage est divisé en deux parties : les parasites du tissu

musculaire strié et les parasites des viscères. Trois chapitres sont dévolus au muscle : protozooses, helminthoses et entomoses. Huit chapitres traitent des parasites des abats : foie et cavité péritonéale, estomacs et intestins des ruminants, estomac du porc, intestins des ruminants et du porc, cavité abdominale, poumons et cavité thoracique, tête et centres nerveux et enfin tissu conjonctif. Ce plan est facile à suivre et ne pose qu'une petite difficulté au chapitre 7 : les parasites de l'intestin auraient pu être répartis dans les chapitres précédents traitant des ruminants et du porc.

Intéressant, original, facile à lire, cet ouvrage apporte une vue nouvelle sur les parasites rencontrés à l'abattoir. C'est une excellente synthèse qui mérite d'être très largement diffusée et utilisée.

Pr Ph. Dorchies
Ecole nationale vétérinaire
de Toulouse

Euzéby J., 1998. Les parasites des viandes, 416 p. Editions médicales internationales, Allée de la Croix-Bossée, 94234 Cachan Cedex.

Note de lecture

Se nourrir en forêt claire africaine. Approche écologique et nutritionnelle

❑ Cet ouvrage, dont on parlait depuis un bon moment déjà, est enfin disponible, et on ne peut qu'en féliciter l'auteur et les éditeurs. Les lecteurs quant à eux seront conquis par les informations qu'il contient, comme par les illustrations.

Dès le début, l'homme est situé à l'intérieur de l'écosystème et on comprend vite qu'il est au centre des préoccupations. Cet homme de la forêt claire du Sud-Shaba, République démocratique du Congo, et des zones voisines a été interrogé sur le terrain pendant plusieurs années. Il s'est révélé être le détenteur d'énormes connaissances ancestrales qui ont fait l'objet de nombreux écrits. Dès lors, il a semblé pertinent que l'analyse des ressources alimentaires locales soit effectuée dans une optique de gestion durable de l'environnement. Le sujet est traité dans les chapitres 4 (Agriculture) et 5 (Synthèse et discussion).

Après le premier chapitre décrivant le milieu, le chapitre 2, consacré aux produits sauvages comestibles, constitue l'essentiel de l'ouvrage (236 pages). Sont passés successivement en revue les champignons (26 pages ; 50 espèces comestibles), les plantes (39 pages ; 208 dicotylédones et 31 mono-

cotylédones), les miels et les abeilles (11 pages), les grands mammifères sauvages dont les effectifs ont terriblement décliné (11 pages ; 38 espèces consommées), les rongeurs très appréciés (11 pages ; une trentaine d'espèces consommées), les oiseaux (27 pages dont 15 comportent des tableaux fournissant les noms, une valeur gustative et la visibilité lorsque ces données sont connues), les poissons (31 pages ; 283 espèces et de nombreuses figures), les reptiles, les chenilles (19 pages ; 38 espèces consommées décrites avec 24 photos en couleurs et en gros plan), les termites (15 pages), les autres insectes, les autres animaux, mais aussi les boissons et le sel.

Un 3^e chapitre traite d'ethnobiologie. Trois clés de détermination pour les espèces locales (champignons, rongeurs, chenilles) et un énorme index des noms scientifiques sont d'une utilité incontestable.

J. Hardouin

Malaisse F., 1997. Se nourrir en forêt claire africaine. Approche écologique et nutritionnelle, 384 p., 743 FF. Lavoisier Technique et documentation, 14, rue de Provigny, 94236 Cachan Cedex, France. <http://www.Lavoisier.fr>

Alimentation de brebis allaitantes avec des rations à base de paille : effet du complément azoté

M.T. Sraïri ¹

Mots-clés

Ovin Sardi - Brebis allaitante - Agneau - Paille - Urée - Traitement d'aliments pour animaux - Azote - Complément alimentaire - Gain de poids - Maroc.

Résumé

L'utilisation de rations à base de paille par des brebis allaitantes de la race Sardi a été évaluée selon le type de matières azotées qui servaient à les compléter (azote provenant du traitement de la paille à l'urée, de l'urée, et du tourteau de tournesol). L'ingestion quotidienne de matière sèche (MS) a été significativement plus élevée ($P < 0,01$), lorsque les brebis recevaient du tourteau de tournesol. Toutes les brebis ont maintenu un profil pondéral identique. Entre le 10^e et le 30^e jour, les agneaux dont les mères consommaient du tourteau de tournesol ont cependant réalisé des gains de poids plus élevés que les agneaux dont les mères étaient complémentées avec de l'azote non protéique. Ces différences de gain de poids peuvent avoir pour origine l'augmentation de l'ingestion de la MS par les brebis allaitantes avec la ration contenant le tourteau de tournesol. Le coût alimentaire de production d'un kilogramme de viande n'a pas différé pour les trois régimes testés.

■ INTRODUCTION

L'utilisation des pailles dans l'alimentation des ruminants est un impératif incontournable dans les pays d'Afrique du Nord. En effet, leur relative abondance et leur prix abordable, en comparaison avec les autres ressources alimentaires, sont autant de facteurs favorables à l'augmentation de l'incorporation des pailles dans les régimes alimentaires (1, 23, 27).

Néanmoins, leur utilisation se heurte à leur valeur nutritive insuffisante (25). Aussi, l'amélioration des pailles, soit par un traitement chimique soit par une complémentation adéquate, ou même par les deux voies, est-elle nécessaire, en particulier lorsque ces pailles sont destinées à des animaux en période de pic de production, notamment à des femelles allaitantes. Le traitement de la paille à l'urée permet d'en améliorer la dégradabilité dans le rumen et augmente en conséquence son ingestibilité et sa digestibilité (7, 23).

Dans les conditions marocaines, ce traitement est aisément réalisable en raison de la disponibilité de l'urée, de son coût accessible pour les éleveurs et de sa facilité de manipulation par rapport à l'ammoniac (15). Cependant, la valeur de l'azote apporté par le traitement de la paille à l'urée reste controversée. En effet, son évaluation, surtout faite à travers des essais métaboliques de synthèses protéiques microbiennes (3, 21, 28), a révélé qu'une part importante de cet azote est retrouvée dans les fèces (9, 16). De ce fait, l'animal n'en utilise qu'une partie pour son métabolisme.

En revanche, d'autres travaux ont rapporté une augmentation des synthèses protéiques microbiennes, lorsque cette source azotée a été comparée à l'azote uréique (28).

Afin de mieux caractériser sa valeur nutritionnelle, l'azote issu d'une paille traitée à l'urée a été comparé, dans la présente étude, à l'azote de l'urée en complément de la même paille non traitée et à l'azote du tourteau de tournesol, en tant que complément protéique vrai. L'utilisation de ces trois sources d'azote a été étudiée avec des brebis en début d'allaitement, à partir des suivis de leur poids corporel, de l'ingestion de la MS des régimes et des performances de croissance des agneaux.

■ MATERIEL ET METHODES

Traitement de la paille

Une paille de blé tendre (*Triticum aestivum*, var. Mabrouka) a été traitée par une solution d'urée (24). Un apport de 5 kg d'urée et de 16,7 kg d'eau, pour 100 kg de matière sèche de paille, a été pratiqué pour obtenir une humidité de 30 p. 100, teneur considérée dans la littérature comme la limite en dessous de laquelle l'uréolyse est significativement compromise (27). De plus, ces quantités d'urée et d'eau ont été retenues car elles ont prouvé leur efficacité dans les conditions marocaines ; les pailles ont une activité uréasique suffisante pour se dispenser de sources exogènes d'uréases (15). La paille a été ensuite hermétiquement bâchée avec un film de polyéthylène. La meule a été ouverte au bout de deux mois. La paille a été fréquemment aérée et homogénéisée pendant un mois et demi jusqu'à l'obtention d'un produit à teneur en matières azotées stable (13).

1. Enseignant-chercheur, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Département des productions animales, BP 6202, Rabat-Instituts, 10101 Rabat, Maroc

Animaux expérimentaux

Quatre-vingt-dix femelles (57 brebis et 33 antenaises) de la race marocaine Sardi ont été réparties en trois lots homogènes (19 brebis et 11 antenaises par lot). La lutte a été pratiquée en affectant un bélier à chacun des trois lots. Une palpation transabdominale a été effectuée, à la fin des quatre premiers mois de gestation, pour éliminer les brebis vides ou en mauvaise condition (trois au total). Par la même occasion, les lots définitifs de femelles ont été constitués dans le but d'obtenir :

- un nombre identique de brebis et d'antennes saillies par un même géniteur, afin de contrôler l'effet du père ;
- un nombre identique de brebis et d'antennes par lot, pour éliminer l'effet du numéro de parturition sur les performances de production laitière ;

A la période des mises bas, les femelles à portée double ont été écartées, et seules vingt brebis (13 multipares et 7 primipares) ont été retenues par lot.

Régimes expérimentaux

L'alimentation des brebis a comporté trois phases distinctes :

1. Lors des trois premiers mois de gestation, l'ensemble des femelles a reçu quotidiennement 1 kg/tête de paille non traitée complémentée avec 500 g/tête d'un concentré à base d'orge (66 p. 100), de tourteau de tournesol (30 p. 100) et de condiment minéral et vitaminé (4 p. 100).

2. Le mois suivant, les quantités du concentré ont été de 600 g/tête pour la préparation à l'agnelage.

3. A l'approche des premiers agnelages, avec la constitution définitive des lots de femelles, les brebis ont été soumises à une adaptation aux régimes expérimentaux suivants :

- paille traitée à l'urée (régime 1) ;
- paille non traitée complémentée avec l'urée (régime 2) ;
- paille non traitée complémentée avec une source de protéines digestibles dans l'intestin d'origine alimentaire (PDIA) : le tourteau de tournesol (régime 3).

Ces régimes comportaient tous, en plus de la paille et de la source d'azote dont l'effet est étudié (azote de la paille traitée, urée ou tourteau de tournesol), un concentré énergétique (pulpe sèche de betterave) et un condiment minéral et vitaminé. La composition chimique et la concentration énergétique de ces ingrédients figurent dans le tableau I.

Les régimes ont été préparés sous une forme complète composée simultanément de paille hachée en brins et des concentrés (tableau II). Ils ont été formulés pour être isoazotés (69 g de PDI par kilogramme de MS), après l'obtention d'une paille traitée à teneur azotée stable. A l'issue d'un mois et demi d'homogénéisation, la teneur en azote de la paille traitée s'est stabilisée à 111 g

de MAT par kilogramme de MS. Cette valeur a rendu nécessaire l'adjonction d'urée (5 g par kilogramme de MS) dans le régime 1 dont la teneur était insuffisante pour assurer à elle seule la couverture des besoins en PDI des brebis. Les concentrés ont été introduits graduellement en 15 jours pour combler les besoins quotidiens des brebis : 1,22 UFL et 118 g de PDI avec un poids moyen des brebis de 45 kg et des croûtes de portée de 175 g/j entre 10 et 30 jours après l'agnelage (17). Durant cette même période, la paille traitée hachée a été incorporée dans le régime des femelles qui allaient en consommer, tandis que pour les deux autres lots, la paille non traitée hachée en brins a été substituée à la paille longue.

D'après les valeurs énergétiques données dans les tables alimentaires pour des ingrédients dont la composition chimique est similaire à celle utilisée dans cet essai (paille de blé tendre traitée, paille de blé tendre, tourteau de tournesol et pulpe de betterave) et dont la digestibilité *in vitro* a été préalablement étudiée (4, 11), les régimes étaient sensiblement isoénergétiques avec une concentration moyenne de 0,77 UFL/kg de MS (tableau II).

Dès les premiers agnelages, les brebis ont été isolées avec leur agneau. Les rations expérimentales leur ont alors été distribuées à volonté (jusqu'à 10 p. 100 de refus toléré). La ration quotidienne a été fractionnée en trois repas, à 9 h, 14 h et 18 h. Les mesures ont été faites sur une période de 30 jours.

Analyses chimiques

Les ingrédients utilisés pour la constitution des régimes expérimentaux, puis les régimes eux-mêmes, ont été analysés pour :

- la MS déterminée par passage à l'étuve pendant 48 h à une température de 100 °C ;
- les matières minérales (MM) déterminées par calcination dans un four pendant 3 h à une température de 550 °C ;
- les MAT (N x 6,25) dosées selon la méthode de Kjeldahl (2) ;
- le NDF, l'ADF et l'ADL déterminés selon la méthode décrite par Goering et Van Soest (12).

Des analyses complémentaires ont aussi été effectuées sur les pailles, pour déterminer l'urée résiduelle dans la paille traitée (2) et les teneurs en azote soluble (26) et en azote lié à l'ADF (N-ADF) (12) des pailles traitées et non traitées.

Mesures

Quantités ingérées

Les quantités de MS distribuées et refusées ont été mesurées par pesées quotidiennes du distribué et du refusé pendant trente jours à partir de la semaine moyenne d'agnelage. Celle-ci a débuté dès le 15^e jour après le premier agnelage, plus de la moitié des brebis ayant mis bas au cours des deux premières semaines de l'essai.

Tableau I

Composition chimique et valeur énergétique des ingrédients constituant les régimes expérimentaux

Ingrédients	MM (en % de MS)	MAT (en % de MS)	NDF (en % de MS)	ADF (en % de MS)	Concentration énergétique (UFL/kg de MS)
Paille traitée	9,6	11,1	73,8	53,5	0,61
Paille non traitée	9,2	4,6	73,1	52,3	0,50
Tourteau de tournesol	7,4	39,2	34,2	25,9	0,81
Pulpe de betterave	7,6	10,7	40,9	22,6	1,07

Tableau II
Ingrédients, composition chimique (en % de MS) et valeur énergétique (en UFL/ kg de MS)
des régimes expérimentaux

Régime	Paille traitée	Paille non traitée + urée	Paille non traitée + tourteau de tournesol
Ingrédients (%)			
Paille traitée	60,00	-	-
Paille non traitée	-	45,00	42,50
Urée	0,50	1,60	-
Tourteau de tournesol	-	-	15,00
Pulpe de betterave	37,50	51,40	40,50
CMV ¹	2,00	2,00	2,00
Composition chimique (% de MS)			
MM	8,60	8,50	8,10
MAT	11,70	11,70	11,70
NDF	59,60	54,20	53,30
ADF	40,60	36,40	36,20
Valeur énergétique (UFL/kg de MS)			
Paille traitée	0,600 x 0,61	-	-
Paille non traitée	-	0,450 x 0,50	0,425 x 0,50
Tourteau de tournesol	-	-	0,150 x 0,81
Pulpe de betterave	0,375 x 1,07	0,514 x 1,07	0,405 x 1,07
Total régime	0,767	0,774	0,767

¹ Le complément minéral et vitaminé contenait 16 % de Ca, 15 % de NaCl, 12 % de P, 6 % de S, 2 % de Mg et 4 300 mg/kg de Zn, 3 750 mg/kg de Mn, 2 600 mg/kg de Fe, 75 mg/kg de I, 30 mg/kg de CO, 100 mg/kg de Se, 750 UI/g de vitamine A, 400 UI/g de vitamine D₃ et 1 UI/g de vitamine E

Pesées des animaux

Les brebis ont été pesées à l'agnelage (moyenne des poids lors des trois jours *post-partum*), au 10^e jour et à la fin de l'essai (moyenne des poids au 29^e et au 30^e jour). Les agneaux ont été pesés en même temps que leurs mères, à la naissance (moyenne des trois premiers jours), au 10^e jour, en une seule pesée, et à la fin de l'essai (moyenne du 29^e et du 30^e jour).

Résultats économiques

Le coût alimentaire du kilogramme de gain de poids des agneaux a été calculé à partir des quantités d'aliments consommées par les brebis dans chacun des trois lots. Elles ont été converties selon leur valeur économique, sachant par ailleurs que les autres charges d'élevage (déparasitage des brebis, main-d'œuvre, frais d'amortissement des bâtiments...) étaient identiques pour les trois régimes étudiés. Ce calcul s'est basé sur les prix suivants des matières premières, exprimés en dirhams marocains (1 dirham = 0,61 franc français) :

- 1 kg de paille = 0,40 dirham ;
- 1 kg de paille traitée = 0,65 dirham (prix déterminé selon les conditions réelles du traitement en y incluant le coût de l'urée, de la main-d'œuvre et de la bâche en plastique nécessaire au traitement) ;
- 1 kg d'urée = 2,5 dirhams ;
- 1 kg de pulpe sèche de betterave = 1,5 dirham ;
- 1 kg de tourteau de tournesol = 1,9 dirham ;
- 1 kg de complément minéral et vitaminé = 5 dirhams.

Analyses statistiques

Les quantités de MS ingérées par les brebis, les poids moyens au cours de l'essai, le poids des agneaux aux âges-types (naissance, 10 jours et 30 jours) et leurs gains moyens quotidiens du 10^e au

30^e jour (GMQ 10-30) ainsi que le coût alimentaire du kilogramme de poids vif d'agneau ont été soumis à une analyse de la variance, grâce à la procédure GLM du logiciel SAS (22). La comparaison des moyennes a été réalisée par la méthode des contrastes.

■ RESULTATS ET DISCUSSION

Effets du traitement à l'urée sur la paille

A l'ouverture de la meule de paille traitée, une odeur d'ammoniac caractéristique s'est dégagée. La teneur moyenne en MAT de la paille traitée était de 13,2 p. 100, tandis que celle de la paille non traitée était de 4,6 p. 100. Cependant, la teneur en MAT de la paille traitée était très variable (de 12,5 à 18,4 p. 100), en fonction de la position de la paille dans la meule. De même, la teneur en urée résiduelle était différente selon le type de bottes considéré. Ainsi, pour les bottes très humides (moins de 60 p. 100 de MS), surtout situées dans la couche basse de la meule à cause de la percolation de la solution d'urée, la teneur en urée résiduelle était nulle, preuve d'une uréolyse totale à ce niveau. En revanche, dans les bottes de paille d'aspect « normal », dont la teneur en MS était supérieure à 70 p. 100, la teneur en urée résiduelle était de 0,7 p. 100.

Le pourcentage d'uréolyse (PU) a été déterminé par le rapport suivant :

$$PU = \left\{ 1 - \left[\frac{\text{(urée résiduelle)}}{\text{(urée lors du traitement)}} \right] \right\} \times 100$$

Ce ratio moyen de 86 p. 100 montre une bonne uréolyse, même en l'absence de sources exogènes d'uréases, et confirme la bonne activité uréasique des pailles marocaines (11).

Néanmoins, la grande variabilité de la teneur en MAT dans la paille traitée conjuguée à l'évaporation de la fraction ammoniacale libre après l'ouverture de la meule a contraint les auteurs à homogénéiser ce produit au maximum, jusqu'à l'obtention d'une teneur en MAT stable. Ceci a nécessité une période d'un mois et demi de séchage de la paille, durée nécessaire pour permettre l'évaporation de la fraction ammoniacale libre (13).

La teneur finale en MAT dans la paille traitée a été de 111 g/kg MS, soit, par comparaison à la paille témoin, un gain en MAT de 65 g/kg, ce qui est très voisin des résultats d'autres travaux (13, 27). La teneur en urée résiduelle est restée égale à 0,7 p. 100, grâce à l'élimination des bottes humides (25 au total) durant la période d'homogénéisation, afin d'éviter tout risque de moisissures.

A l'issue de l'homogénéisation de la paille traitée, le taux de fixation de l'azote (TF) sur ce produit a été défini par le ratio suivant :

$$TF = \frac{(\text{azote retenu sur la paille})}{(\text{azote incorporé})} \times 100$$

Ce taux a été en moyenne de 45 p. 100, indiquant que moins de la moitié de l'azote apporté par l'urée s'est fixée sur la paille, le reste ayant été perdu par percolation et par évaporation de l'ammoniac. Ces résultats confirment qu'il ne suffit pas d'avoir une uréolyse satisfaisante au cours du traitement de la paille, si par la suite une perte importante de l'azote intervient au cours de la manutention de ce produit (8, 27).

L'azote de la paille traitée après un mois et demi de stockage était sous les trois principales formes chimiques suivantes (tableau III) :

- l'azote soluble, qui représentait 49,9 p. 100 de l'azote total de la paille traitée ;
- l'azote lié à la fraction ADF (N-ADF), qui constituait 12,9 p. 100 de la teneur totale en azote de la paille traitée ;
- l'azote issu de l'urée résiduelle, qui correspondait à 18,0 p. 100 de l'azote total de la paille traitée.

Les teneurs en fibres et en minéraux dans la paille n'ont pas subi de changements significatifs par rapport à celles dans la paille non traitée ($P > 0,05$). Des résultats analogues ont été mentionnés suite à un traitement de la paille à l'urée (7, 18). Ils montrent que l'augmentation de la teneur en azote constitue, au plan de la composition chimique, la conséquence la plus importante du traitement des pailles à l'urée, en plus d'une amélioration de la dégradabilité et de l'ingestibilité de leurs fibres (20, 27).

Une proportion importante (environ 50 p. 100) de l'azote de la paille traitée était sous forme soluble comme l'ont montré d'autres auteurs (16, 19). En revanche, la proportion d'azote lié à l'ADF (N-ADF) était inférieure à 15 p. 100 de l'azote total, en accord avec les résultats de Michalet-Doreau et coll. (19) et Hassen et Chenost (16). Ces auteurs en ont conclu que la faible utilisation de

Tableau III

Effets du traitement à l'urée sur les teneurs en différentes fractions azotées des pailles (en % de MS)

	Paille non traitée	Paille traitée ¹
Azote total	0,73	1,78
Azote soluble ² (% N total)	0,20	0,89
Azote de l'urée résiduelle (% N total)	-	0,33
Azote lié à l'ADF (N-ADF) (% N total)	0,19	0,23

1. Paille traitée après un mois et demi de stockage et d'homogénéisation

2. Fraction « azote soluble » telle qu'elle est déterminée par le protocole de Vérité et Demarquilly, 1978 (In : La vache laitière. Paris, France, INRA)

l'azote à partir de fourrages pauvres traités à l'urée ou à l'ammoniac ne pouvait être imputée aux liaisons établies entre l'azote et les fibres indigestibles.

Matière sèche ingérée

Les quantités de MS totale ingérées par les brebis ont été significativement différentes suivant les régimes : 1,79, 1,61 et 1,55 kg MS/brebis/j, respectivement pour les régimes 3, 2 et 1, ce qui correspond à une ingestion de MS de 116,5, 105,5 et 101,8 g/P^{0,73}/j. Pendant la période d'allaitement, la quantité de MS ingérée en fonction de la semaine d'agnelage n'a pas varié de manière significative (tableau IV). L'ingestion plus élevée du régime qui consiste en de la paille traitée et du tourteau de tournesol, où l'apport azoté comporte des PDIA, confirme l'intérêt des protéines vraies sur la stimulation de l'appétit (10), surtout dans des régimes à forte teneur en constituants pariétaux (28). Ceci a aussi été montré avec des régimes contenant de la paille traitée à l'urée ou à l'ammoniac (21). Il a aussi été relevé qu'une source de PDIA, telle la farine de poisson, permet d'augmenter la digestibilité et l'ingestibilité des pailles traitées ou non traitées, en accélérant leur vitesse de dégradation dans le rumen (14). D'autre part, l'augmentation de la proportion de pulpe sèche de betterave dans le régime 2 n'a pas amélioré l'ingestion de la MS, comparativement au régime 1. Ce résultat illustre l'intérêt du traitement de la paille (23) qui a permis de substituer 15 p. 100 de pulpes de betterave par 15 p. 100 de paille traitée, pour des quantités ingérées similaires.

Tableau IV

Evolution de l'ingestion de MS par les brebis au cours de l'essai (kg de MS/brebis/jour)

Régime	Paille traitée	Paille non traitée + urée	Paille non traitée + tourteau de tournesol
Semaine 1*	1,46 ^a	1,57 ^a	1,70 ^b
Semaine 2*	1,56 ^a	1,52 ^a	1,73 ^b
Semaine 3*	1,55 ^a	1,71 ^a	1,85 ^b
Semaine 4*	1,61 ^a	1,63 ^a	1,86 ^b
Moyenne	1,55 ^a	1,61 ^a	1,79 ^b

^{a, b} Les moyennes sur une même ligne suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 p. 100

* Numéro de la semaine après la semaine moyenne d'agnelage

D'après les évaluations de la concentration énergétique des trois régimes, les brebis soumises au régime 3 ont consommé en moyenne 1,38 UFL/jour, alors que les brebis soumises aux régimes 1 et 2 n'ont consommé respectivement que 1,21 et 1,25 UFL/jour.

Poids des brebis

Le poids des brebis n'a pas été influencé de manière significative par le régime. Les poids moyens à l'agnelage au 10^e jour et au 30^e jour *post-partum* sont rapportés dans le tableau V. Trente jours après la mise bas, seules les brebis du lot recevant le régime 1 avaient un poids similaire à celui noté à la mise bas. En revanche le poids des brebis dans les lots recevant les régimes 2 et 3 avait légèrement augmenté, respectivement de 1,3 et 1,5 kg.

L'absence de mobilisation apparente des réserves corporelles des brebis indique que leur alimentation avec ces trois régimes à base de paille était suffisante pour satisfaire leurs besoins de production (15). Cependant, cette appréciation est nécessairement imprécise, car en période d'allaitement, malgré la régularité des pesées qui a montré un maintien du poids vif des brebis, la note d'état corporel peut être affectée (24).

Performances pondérales des agneaux

Le poids moyen à la naissance des agneaux nés simples a été de 4,2 kg, tandis que leurs poids à 10 et 30 jours ont été respectivement de 5,9 et 9,3 kg (figure 1). La croissance des agneaux de 10 à 30 jours a été globalement conforme au potentiel génétique de la race Sardi (5). L'absence de mortalité et de cas de piétin ainsi que l'élimination des portées doubles peuvent expliquer ces bonnes performances, en dépit des types de régime alimentaire distribués aux brebis. L'analyse statistique du poids à 10 et à 30 jours n'a pas permis d'identifier d'effet significatif du sexe, du régime et de l'interaction entre ces deux facteurs.

Néanmoins, l'analyse de l'effet du régime sur la vitesse de croissance des agneaux de 10 à 30 jours montre que le régime 3 a été le plus favorable (tableau VI), entraînant un GMQ 10-30 de 187 g/jour, alors qu'il n'était que de 150 et 168 g/jour, respectivement pour les régimes 1 et 2, ces deux moyennes n'étant pas significativement différentes.

Chez les mères recevant l'alimentation complétementée avec du tourteau de tournesol du régime 3, l'ingestion plus élevée de la ration peut expliquer la croissance plus élevée des agneaux. Ce régime a donc fourni à ces femelles allaitantes un supplément d'énergie quotidienne qui a certainement induit une production

lactière accrue (6). Les PDIA du tourteau de tournesol peuvent aussi contribuer à enrichir le *pool* en acides aminés disponibles pour la mamelle et, en conséquence, augmenter la synthèse lactée (21).

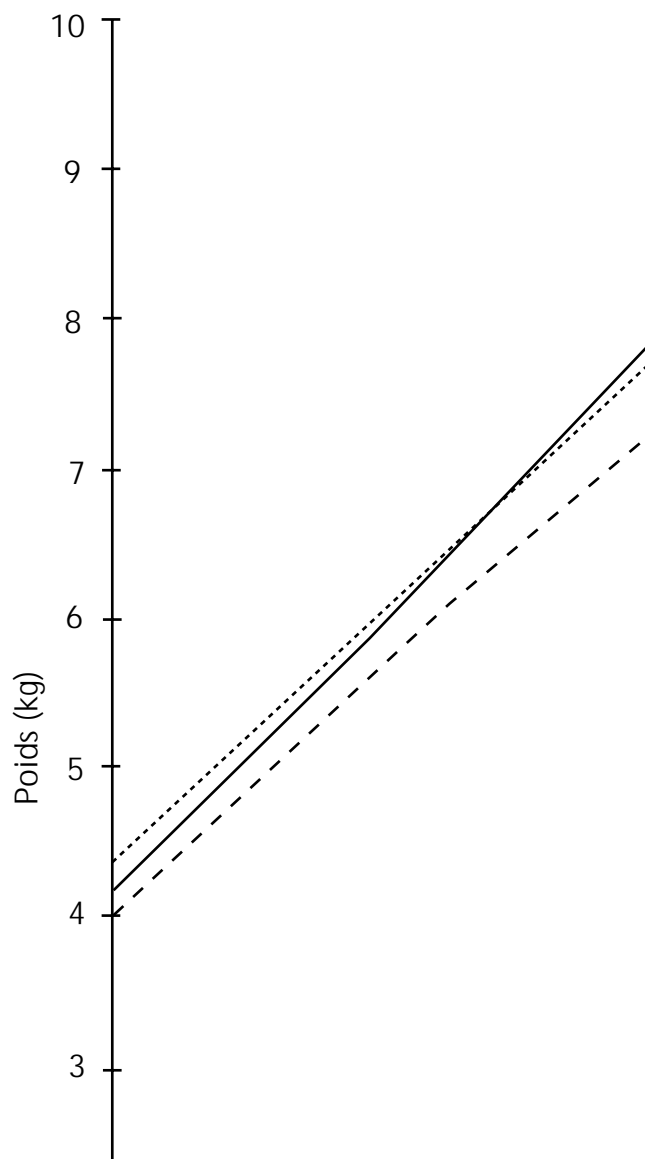


Figure 1 : évolution du poids des agneaux.

Tableau V

Evolution du poids des brebis au cours de l'essai (kg)

Régime	Paille traitée	Paille non traitée + urée	Paille non traitée + tourteau de tournesol	ES ¹
P _{agn}	41,4 ^a	40,8 ^a	41,0 ^a	1,31
P _{10j}	42,4 ^a	42,4 ^a	43,4 ^a	1,36
P _{30j}	41,4 ^a	42,3 ^a	42,3 ^a	1,16
P _{30j} - P _{agn}	0,0 ^a	+1,5 ^a	+1,3 ^a	0,04

1. Erreur standard, n = 20

^a Les moyennes sur une même ligne suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 p. 100

Tableau VI

Evolution du poids (kg) et vitesse de croissance (g/j) des agneaux au cours de l'essai

Régime	Paille traitée	Paille non traitée + urée	Paille non traitée + tourteau de tournesol	ES ¹
P _{nai}	3,98 ^a	4,36 ^a	4,16 ^a	0,19
P _{10j}	5,74 ^a	6,00 ^a	5,96 ^a	0,24
P _{30j}	8,74 ^a	9,36 ^a	9,71 ^a	0,39
GMQ ₁₀₋₃₀	150,3 ^a	168,1 ^a	187,6 ^b	11,10

1. Erreur standard, n = 20

^{a,b} Les moyennes sur une même ligne suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 p. 100

Résultats économiques

Le calcul du coût alimentaire du kilogramme de gain de poids engendré par les trois régimes expérimentaux figure dans le tableau VII. Ce coût a varié de 10,41 à 11,09 dirhams, respectivement pour les régimes 2 et 3. Ces valeurs ne sont pas significativement différentes. Cependant, l'apparente économie de concentrés réalisée avec le régime 1, puisqu'il contient le plus fort pourcentage d'inclusion de la paille (60 p. 100), n'a pas entraîné de diminution du coût alimentaire. Ceci est dû à la conjonction de deux facteurs totalement indépendants :

- le niveau de production réalisé durant cet essai. Il était relativement élevé par rapport à la valeur nutritionnelle de la paille et les bienfaits du traitement de la paille à l'urée sont restés insuffisants pour être valorisés par des brebis allaitantes en période de pic de production. Dans des situations de brebis à l'entretien ou en fin de gestation, la réponse économique suite au traitement aurait été plus visible (23, 28) ;

- les frais inhérents au traitement (main-d'œuvre, urée et surtout bâche en plastique) et les conditions de son déroulement (perte azotée). Il en résulte que cette technologie reste problématique et peu efficace si elle n'est pas totalement maîtrisée, de la fermeture de la meule aux modalités d'utilisation de la paille traitée, comme cela a été rapporté par divers auteurs (15, 25, 27).

CONCLUSION

Le traitement d'une paille de blé, par un apport de 5 kg d'urée et de 16,7 kg d'eau pour 100 kg de matière sèche de paille, a été effectué durant deux mois. Il a permis d'augmenter la teneur en MAT de la paille de 4,6 à 11,1 p. 100. Malgré un pourcentage d'uréolyse satisfaisant (86 p. 100), le taux de fixation de l'azote sur la paille n'a été que de 45 p. 100, montrant que plus de la moitié de l'azote apporté a été perdue par percolation de la solution d'urée et surtout par volatilisation de l'ammoniac après l'ouverture de la meule.

Les deux rations sans tourteau de tournesol ont été ingérées en quantités similaires par les brebis, mais avec des pourcentages de pulpes différents (40 p. 100 avec la paille traitée, 51 p. 100 avec la paille non traitée). Les gains de poids vif de ces brebis ont aussi été similaires.

En revanche, les quantités de MS ingérées par les brebis et les performances de croissance de leurs agneaux étaient plus élevées avec le tourteau de tournesol. De plus, il n'est pas exclu que les PDIA du tourteau de tournesol aient participé directement à l'accroissement de la synthèse lactée. Par ailleurs, les trois régimes n'ont pas généré de coûts alimentaires de production d'un kilogramme de viande significativement différents. Ainsi, dans les conditions retenues pour ce traitement de la paille à l'urée

Tableau VII

Evaluation du coût alimentaire du kilogramme de gain de poids des agneaux (dirhams/kg)

Régime	Paille traitée	Paille non traitée + urée	Paille non traitée + tourteau de tournesol
Coût alimentaire quotidien (dirhams/jour)			
Paille traitée	0,60	-	-
Paille non traitée	-	0,29	0,30
Urée	0,02	0,06	-
Tourteau de tournesol	-	-	0,51
Pulpe de betterave	0,87	1,24	1,09
CMV	0,16	0,16	0,18
Coût total	1,64	1,75	2,08
Gain de poids (kg/j)	0,150	0,168	0,188
Coût alimentaire du kilogramme de gain de poids (dirhams/kg)			
	10,91	10,41	11,09

(30 p. 100 d'humidité, 5 p. 100 d'urée et surtout l'utilisation d'une bâche en plastique neuve) et avec le niveau de production des brebis allaitantes, le traitement n'a pas diminué le prix de revient du kilogramme de viande. Ces résultats rejoignent ceux de nombreux autres travaux sur l'alimentation des ruminants à base de paille traitée à l'urée. Ils illustrent l'intérêt de bien cibler la population des éleveurs utilisateurs de ces pailles traitées. L'intérêt du traitement peut être variable suivant la « qualité » de la paille avant traitement, la maîtrise des conditions de traitement, la disponibilité et le prix des compléments et le type d'animaux auxquels la paille est distribuée.

BIBLIOGRAPHIE

1. ANDERSON D.C., 1978. Use of cereal residues in beef cattle production systems. *J. Anim. Sci.*, **46**: 849-861.
2. AOAC, 1980. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 13th Ed. Washington DC, USA, AOAC.
3. BORHAMI B.E.A., SUNDSTØL F., HARSTAD O.M., 1983. Nitrogen utilization in sheep when feeding either sodium hydroxide treated straw plus urea or ammonia treated straw. *Acta Agric. Scand.*, **33**: 3-8.
4. BOUHADDOU M., 1991. Contribution à l'élaboration des tables de valeur nutritive de quelques aliments pour ruminants. Mémoire 3^e cycle Agronomie, Productions animales, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc, 128 p.
5. BOUJENANE I., CHAMI A., 1997. Effects of inbreeding on reproduction, weights and survival of Sardi and Beni Guil. *J. Anim. Breed. Genet.*, **114**: 23-31.
6. CASTRILLO C., FONDEVILA M., GUADA J.A., DE VEGA, A., 1995. Effect of ammonia treatment and carbohydrate supplementation on the intake and digestibility of barley straw diets by sheep. *Anim. Feed Sci. Technol.*, **51**: 73-90.
7. DIAS-DA-SILVA A.A., SUNDSTØL F., 1986. Urea as a source of ammonia for improving the nutritive value of wheat straw. *Anim. Feed Sci. Technol.*, **14**: 67-79.
8. DRYDEN G.M., KEMPTON T.J., 1983. Digestion of organic matter and nitrogen in ammoniated barley straw. *Anim. Feed Sci. Technol.*, **10**: 65-75.
9. DULPHY J.P., KOMAR A., ZWAENEPOEL P., 1984. Effets comparés des traitements à l'ammoniac et à la soude sur la valeur alimentaire de fourrages pauvres. *Ann. Zootech.*, **33** : 321- 342.
10. FIKE G.D., SIMMS D.D., COCHRAN R.C., VANZANT E.S., KUHL G.L., BRANDT R.T. Jr., 1995. Protein supplementation of ammoniated wheat straw: effect on performance and forage utilization of beef cattle. *J. Anim. Sci.*, **73**: 1595-1601.
11. GHIATI A., 1989. Amélioration de la valeur alimentaire des pailles par traitement à l'urée. Influence de l'humidité, de la durée du traitement et de la dose d'urée. Mémoire 3^e cycle Agronomie, Productions animales, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc, 112 p.
12. GOERING H.K., VAN SOEST P.J., 1970. Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures and some applications). Washington, DC, USA, USDA, 97 p. (Agric. Handbook 379 ARS)
13. GORDON A.H., CHESSON A., 1983. The effects of prolonged storage on the digestibility and nitrogen content of ammonia-treated barley straw. *Anim. Feed Sci. Technol.*, **8**: 147-153.
14. GUEDES C.V.M., DIAS-DA-SILVA A.A., 1994. Effects of fish-meal supplementation on the digestion and rumen degradation of ammoniated wheat straw. *Ann. Zootech.*, **43**: 333-340.
15. GUESSOUS F., RIHANI N., KABBALI A., JOHNSON W.L., 1989. Improving feeding systems in a Mediterranean rain-fed cereals/livestock area of Morocco. *J. Anim. Sci.*, **67**: 3080-3086.
16. HASSEN L., CHENOST M., 1992. Tentative explanation of the abnormally high faecal nitrogen excretion with poor quality roughages treated with ammonia. *Anim. Feed Sci. Technol.*, **38**: 25-34.
17. INRA, 1988. Jarridge R. ed., Alimentation des bovins, ovins et caprins. Paris, France, INRA éditions, 476 p.
18. MASSON V.C., HARTLEY R.D., KEENE A.S., COLBY J.M., 1988. The effect of ammoniation on the nutritive value of wheat, barley and oat straws. I. Changes in chemical composition in relation to digestibility *in vitro* and cell wall degradability. *Anim. Feed Sci. Technol.*, **19**: 159-171.
19. MICHALET-DOREAU B., HASSEN L., CHENOST M., 1990. Influence du traitement à l'ammoniac sur la dégradation « in sacco » des fourrages. In : Actes de la réunion annuelle de la FEZ, Toulouse, France, 9-12 juillet 1990, p. 255-260.
20. ØRSKOV E.R., 1991. Manipulation of fiber digestion in the rumen. *Proc. Nutr. Soc.*, **23**: 187-196.
21. ORTIGUES I., SMITH T., OLDHAM J.D., McALLAN A.B., SIVITER J.W., 1989. Nutrient supply and growth of cattle offered straw-based diets. *Br. J. Nutr.*, **62**: 601-619.
22. SAS Institute, 1985. SAS User's guide: Statistics, Vers. 5. Carry, NC, USA, SAS Institute, 65 p.
23. SCHIERE J.B., DE WIT J., 1995. Feeding urea ammonia treated straw in the tropics. II. Assumptions on nutritive value and their validity for least cost ration formulation. *Anim. Feed Sci. Technol.*, **51**: 45-63.
24. SEBASTIAN I., CHILLIARD Y., JAIME C., PURROY A., 1989. Variation du volume des adipocytes et de la note de l'état corporel chez les brebis Rasa Aragonesa pendant la lactation et après le tarissement. *Ann. Zootech.*, **38** : 83-90.
25. SUNDSTØL F., 1988. Improvement of poor quality forages and roughages. In: Ørskov E.R. Ed., Feed Science. Amsterdam, The Netherlands, Elsevier, p. 257-277. (World Animal Science, B4)
26. VERITE R., DEMARQUILLY C., 1978. Qualité des matières azotées des aliments pour ruminants. In : INRA ed., La vache laitière. Paris, France, INRA éditions, p. 143-157.
27. WANAPAT M., CHENOST M., MUNOZ F., KAYOULI C., 1996. Methods for improving the nutritive value of fibrous feed: treatment and supplementation. *Ann. Zootech.*, **45**: 89-103.
28. ZORILLA-RIOS J., HORN G.W., McNEW R.W., 1991. Nutritive value of ammoniated wheat straw fed to cattle. *J. Anim. Sci.*, **69**: 283-294.

Reçu le 12.2.96, accepté le 29.6.98

Summary

Sraïri M.T. Feeding of suckler ewes with straw based rations. Effect of nitrogen supplementation

The use of straw based rations by suckler ewes of the Sardi breed was evaluated according to the nitrogen supplement type (nitrogen from urea treated straw, urea, sunflower seed meal). The daily dry matter (DM) intake was significantly higher ($P < 0.01$) with sunflower seed meal. All the ewes retained the same weight profile. However, a higher weight gain was observed between days 10-30 in lambs whose dams were given sunflower seed meal compared to those who were supplemented with no protein nitrogen. Differences in weight gain therefore might result from a higher DM intake with sunflower seed meal rations by the suckler ewes. Feed costs per kilogram of produced meat were not significantly different for the three diets.

Key words: Sardi sheep - Suckler ewe - Lamb - Straw - Urea - Feed processing - Nitrogen - Supplement - Weight gain - Morocco.

Resumen

Sraïri M.T. Alimentación de ovejas lactantes con raciones a base de paja: efecto del complemento nitrogenado

Se evalúa la utilización de raciones a base de paja, destinadas a ovejas lactantes de la raza Sardi, según el tipo de materia nitrogenada (nitrógeno proveniente del tratamiento de la paja con urea, urea y torta de girasol). La ingestión diaria de materia seca (MS) fue significativamente más elevada ($P < 0,01$), cuando las ovejas recibieron la torta de girasol. Sin embargo, todas las ovejas mantuvieron un mismo perfil ponderal. Entre el día 10 y el día 30, los corderos cuyas madres consumieron la torta de girasol presentaron ganancias de peso más elevadas que aquellos cuyas madres fueron complementadas con nitrógeno no proteico. Estas diferencias en la ganancia de peso pueden originarse en el aumento en la ingestión de MS por parte de las ovejas lactantes con la ración que contenía torta de girasol. El costo alimenticio de producción de un kilogramo de carne no difirió entre los tres regimenes examinados.

Palabras clave: Ovino Sardi - Oveja de cría - Cordero - Paja - Urea - Elaboración de piensos - Nitrógeno - Suplemento - Ganancia de peso - Marruecos.

Composition chimique et teneur en énergie métabolisable des matières premières produites en République centrafricaine et utilisables chez les volailles

J.C. Maliboungou ¹ M. Lessire ² J.M. Hallouis ²

Mots-clés

Volaille - Alimentation - Matière première - Valeur nutritive - Composition chimique - Valeur énergétique - République centrafricaine.

Résumé

L'utilisation adéquate des matières premières produites en Afrique tropicale est limitée par un manque de données précises concernant leurs caractéristiques nutritionnelles et les traitements technologiques subis. La présente étude avait pour objet l'évaluation nutritionnelle de matières premières tropicales disponibles pour les volailles en République centrafricaine. Elles ont été analysées et leur digestibilité a été mesurée chez le coq adulte. Les résultats suivants ont été obtenus respectivement pour les protéines (p. 100 matière sèche) et pour l'énergie métabolisable (kcal/kg matière sèche) : maïs 10,4 et 3 943 ; mil 11,7 et 3 803 ; sorgho blanc 11,6 et 3 793 ; sorgho jaune 10,1 et 3 790 ; sorgho rouge 9,7 et ND ; sorgho (mélange) 10,8 et 3 797 ; manioc 1,2 et 3 341 ; niébé 24,9 et 3 111 ; tourteau de coton décortiqué 41,3 et 3 748 ; tourteau de coton déshuilé 45,3 et 2 522 ; farine de sang 83,7 et 2 355. Mis à part un tourteau de coton très riche en huile résiduelle, les céréales étaient incontestablement les matières premières les plus énergétiques. Les tourteaux ont présenté des teneurs en protéines et en énergie métabolisable voisines de celles rapportées dans la littérature internationale. Les graines crues de niébé avaient une digestibilité élevée alors que le manioc et la farine de sang ont présenté des valeurs inférieures à celles publiées par d'autres auteurs. Ces différences peuvent s'expliquer par des technologies de préparation spécifiques qui sont discutées.

■ INTRODUCTION

Dans les pays à climat tempéré, l'alimentation conditionne fortement la productivité des élevages avicoles. L'énergie est la composante la plus onéreuse des aliments pour volailles (16, 17). En effet, le coût alimentaire représente 55 à 60 p. 100 du coût de production des produits avicoles et la fraction énergétique constitue 70 p. 100 des dépenses alimentaires, soit 40 p. 100 du coût de production de produits avicoles (35). Dans les régions tropicales d'Afrique, le coût alimentaire est estimé à 70-75 p. 100 du coût de production des produits avicoles (poulet et/ou œufs) et la fraction énergétique de l'aliment contribue pour environ de moitié au coût de production en aviculture intensive dans le contexte nigérian

(23). Le niveau énergétique de la ration est le principal facteur de variation de la consommation alimentaire des volailles, et, par conséquent, de leurs performances de production : croissance, intensité de ponte, poids des œufs (15, 42).

Si dans les pays industrialisés la composition chimique et la teneur en énergie métabolisable (EM) de la plupart des matières premières (MP) destinées à l'alimentation des volailles sont connues et continuellement mesurées, dans les pays tropicaux les données concernant la concentration en EM des matières premières tropicales (MPT) utilisées en alimentation avicole sont peu disponibles, et en République centrafricaine (RCA) ces données sont inexistantes. Ainsi, la formulation des régimes pour volailles fait appel à des tables et des normes établies dans un environnement technico-économique différent de celui de la RCA. Ceci pourrait conduire à des rations déséquilibrées ou nécessiter l'importation d'aliments ou de matières premières. Les ressources en produits agricoles (tableau I) et sous-produits agro-industriels (pas de statistiques disponibles) de la RCA sont mal valorisées en production animale, particulièrement en aviculture, et des quantités non négligeables

1. ICRA, Département des Systèmes Agro-Pastoraux, BP 122, Bangui-Lakouanga, République centrafricaine

Tél. : 236 61 62 75

2. INRA, Station de Recherches Avicoles, 37380 Nouzilly, France

de matières premières sont importées. Or, les productions en viande de poulet ont été estimées en 1995 à 620 tonnes et à 4 millions d'œufs pour la zone urbaine et péri-urbaine de Bangui, ce qui nécessite des quantités non négligeables d'aliments (estimation à partir des données recueillies auprès de l'ANDE, de la FNEC et des groupements d'aviculteurs).

La présente étude avait pour objectif l'évaluation de la composition chimique et de la digestibilité des protéines et de l'énergie des matières premières produites en RCA et utilisables en alimentation avicole en remplacement de matières premières importées.

■ MATERIEL ET METHODES

Origine et caractéristiques des matières premières utilisées

Les matières premières étudiées étaient celles qui étaient les plus disponibles en terme de volume (tableau I). Les céréales étudiées étaient toutes des écotypes locaux :

- le maïs était produit par de petits paysans sur presque tout le territoire. Il était récolté, séché à l'air libre puis égrainé. Les grains étaient à nouveau séchés pendant plusieurs jours et stockés dans des sacs en jute ou des paniers. L'échantillon analysé provenait de prélèvements effectués dans les cinq principales régions productrices ;

- les sorghos (*Sorghum vulgare*) étaient de plusieurs types et produits dans le Nord et le Nord-Est : le sorgho blanc appelé « gros mil » et le sorgho jaune étaient produits dans le Nord-Est. Le sorgho mélange était composé de sorghos blanc, jaune et rouge ;

- le mil (*Pennisetum typhoides*) était produit dans le Nord et le Nord-Est. Les échantillons de mil et de sorghos analysés provenaient de ces principales régions de production ;

- les racines et tubercules amyliacés. Le manioc testé était sous forme de cossettes obtenues à partir de tubercules épluchés et rouis pendant 3 à 6 jours en fonction de la température ambiante, suivi d'un défibrage et d'une fermentation dans des paniers ou des sacs en jute pendant 1 à 3 jours, puis séchés au soleil sur des bâches en plastique ou à même le sol. Le tonnage important produit en RCA a justifié son évaluation nutritionnelle pour l'alimentation des volailles. Le lot analysé dans cette étude était le regroupement de 12 prélèvements élémentaires issus de principales régions productrices ;

- les graines de légumineuses : les graines crues de niébé (*Vigna unguiculata*) utilisées provenaient de gousses récoltées à grande maturité et séchées pendant plusieurs semaines, un pilonnage souple dans un mortier et un vannage permettaient de séparer les graines des impuretés. Les graines ont été séchées pendant plusieurs semaines et stockées dans des sacs en jute. On ne dispose pas de statistiques sur la production du niébé et des autres graines de légumineuses (haricot, pois d'angole, pois cajan), mais le niébé était disponible en toute saison sur les marchés de Bangui et dans les régions de production. L'échantillon analysé provenait de prélèvements effectués au Nord, au Centre, au Centre-Sud du pays, ainsi que chez les commerçants de Bangui ;

- les produits agro-industriels : les tourteaux de coton utilisés étaient issus d'amandes décortiquées et déshuilées par pression (expeller) et de graines entières pressées et déshuilées (solvant). Le tourteau de coton expeller a été fourni par HUSACA (Huilerie savonnerie centrafricaine), l'usine de fabrication d'aliments de la Fédération nationale des éleveurs centrafricains (FNEC) a fourni

Tableau I

Production des principales matières premières alimentaires et de coton en RCA (milliers de tonnes)

	1994	1995
Manioc (tubercules)	518	492
Maïs	63	71
Arachide (coques)	79	86
Riz (paddy)	8	9
Sésame	14	16
Coton (graine)	27	32
Sorgho/mil	30	33
Farine de sang de bovin*	-	0,5

Sources : Direction des Statistiques agricoles, Ministère centrafricain de l'agriculture et de l'élevage (1995)

* Estimation à partir du nombre d'animaux abattus par an

le tourteau de coton issu des graines entières déshuilées (extraction par solvant). Le tourteau d'arachide n'a pas été utilisé, cette matière première n'étant pas triturée en RCA ;

- les sous-produits de l'abattoir. Le sang des bovins a été collecté lors des saignées. Il a subi une cuisson sommaire (2 à 3 h), suivie d'un séchage au soleil sur des aires plus ou moins cimentées. La farine de sang a été produite par de petits artisans autour de l'abattoir de Bangui et des tueries municipales. L'échantillon testé de la farine de sang a été constitué par prélèvement chez huit producteurs artisanaux de Bangui à raison de 50 kg par producteur. Les huit échantillons ont été mélangés afin de constituer le lot qui a été analysé.

Analyses chimiques

Les analyses de matières premières ont été pratiquées selon les méthodes décrites par l'Association française de normalisation (1) après un broyage à 0,5 mm (broyeur Retsh type ZM1).

Le taux de matière sèche (MS) a été obtenu après passage à l'étuve d'un échantillon pendant 4 h à 103 °C suivi d'un refroidissement au dessiccateur. La teneur en protéines brutes (N x 6,25) a été mesurée selon la méthode Kjeldahl. La teneur en lipides totaux a été mesurée à l'éther de pétrole en utilisant un extracteur de SOXLET (sans hydrolyse préalable).

Le taux de cendres brutes (matières minérales totales) a été obtenu par calcination à 550 °C pendant plus de 7 h. Tous les résultats ont été exprimés en pourcentage du produit sec.

L'énergie brute des matières premières a été mesurée à la bombe calorimétrique isopéribole (IKA C 700) à partir d'une prise d'essai de 0,5 à 0,9 g. Les résultats ont été exprimés en kcal/kg de produit sec.

Les acides aminés ont été dosés par chromatographie en phase liquide après hydrolyse et oxydation performique pour les acides aminés soufrés (méthode AFNOR V18-113). Les résultats ont été exprimés en grammes pour 16 g d'azote. Ceux de la farine de sang de bovin et du tourteau de coton (expeller) n'ont pas été mesurés.

Le dosage du gossypol a été effectué par spectrométrie d'absorption moléculaire selon la norme AFNOR V18-110 mars 1986.

Le dosage du calcium a été fait par absorption atomique (AFNOR V18-108) et le phosphore par spectrophotométrie (AFNOR V18-106).

Le dosage des tannins a été fait par dosage de l'acide tannique après hydrolyse selon la norme AFNOR V03-751.

Les dosages des acides aminés, du calcium et du phosphore total, de la cellulose brute, des tannins et du gossypol des tourteaux de coton ont été réalisés au laboratoire de Guyomarc'h nutrition animale (Vannes, France).

Bilan digestif

La concentration en énergie métabolisable apparente (EMA) a été mesurée par la technique du bilan digestif en utilisant des coqs adultes de souche ISA Brown âgés de 12 mois et pesant en moyenne 3,5 kg. Ces volailles ont été logés en cages individuelles équipées d'un dispositif de collecte totale des fèces. Ils ont été soumis à un éclairage de 16 h par jour et la température du local a varié de 18 à 20 °C. La technique du bilan digestif utilisée pour cette étude était celle de l'alimentation par gavage humide (19). Les animaux ont été soumis à un jeûne de 24 h puis gavés avec une quantité d'aliment additionnée d'eau correspondant à l'ingéré quotidien d'animaux nourris *ad libitum*. Sept coqs ont été utilisés pour chaque matière première. Les fèces de chaque coq ont été récoltées en totalité 24 et 48 h après le gavage, en prenant garde d'éliminer soigneusement desquamations et plumes tombées sur les plateaux, puis regroupées par animal. Pendant la période de récolte des excréta les animaux étaient à jeun. Les fèces récoltées ont été immédiatement congelées, lyophilisées et, après équilibrage à la température ambiante, broyées puis placées dans un pot en plastique étanche. Les fèces ont été analysées pour leurs teneurs en énergie brute (EB), en azote après élimination de l'azote urique (36) et en lipides par la méthode de Folch avec hydrolyse préalable dans de l'acide chlorhydrique 6N.

Les céréales et le manioc ont été gavés purs. Les valeurs d'énergie métabolisable apparente étaient donc calculées directement ainsi que le CUDaN pour les céréales. Le niébé, les tourteaux de coton et la farine de sang ont été incorporés dans un aliment de base composé de maïs français (96,5 p. 100) et de complément vitaminé et minéral (3,5 p. 100). Le pourcentage d'incorporation du niébé était de 50 p. 100, celui des tourteaux de coton de 25 p. 100 et la farine de sang était incorporée à 20 p. 100. Leurs valeurs d'énergie métabolisable apparente et de coefficients d'utilisation digestive apparente de l'azote ont été calculées par différence avec celle du maïs gavé seul. L'erreur standard pour les valeurs de l'EMA a été calculée selon la formule proposée par Lessire (19).

■ RESULTATS

Les tableaux II et III font état de la composition chimique et de la teneur en acides aminés des matières premières étudiées. Le tableau IV présente les valeurs d'EM et de digestibilité des protéines.

Les céréales et le manioc

Les céréales centrafricaines avaient des caractéristiques nutritionnelles similaires à celles publiées par d'autres auteurs (13). Leur teneur en protéines était comprise entre 9,7 et 11,6 p. 100 MS. Elles étaient pauvres en cendres, en cellulose brute (WEENDE) et en lipides, à l'exception du maïs qui en renfermait 4,5 p. 100. Les sorghos étaient issus de variétés pauvres en tannins. La variété rouge était cependant la plus concentrée en tannins (0,25 p. 100). Leur profil en acides aminés (g pour 16 g d'N) a fait ressortir des carences en acides aminés indispensables, tels que la lysine et la méthionine, ce qui est classique.

Le maïs testé a présenté une valeur élevée d'énergie métabolisable ($3\,943 \pm 44$ kcal/kg MS). Les autres céréales, mil, sorgho blanc, jaune et mélange, se situaient à un niveau d'EM identique : 3 800 kcal/kg MS en moyenne. Les digestibilités des protéines étaient également voisines et variaient de 84 à 86 p. 100.

Le manioc testé a présenté une teneur en protéines brutes de l'ordre de 1,2 p. 100 MS, avec une faible concentration en fibres (2,2 p. 100 MS) et en cendres (1,31 p. 100 MS). Son EM s'est élevé à $3\,341 \pm 3\,34$ kcal/kg MS. Cette variabilité élevée pouvait être due à l'hétérogénéité de l'échantillon ou au rouissage. Par ailleurs, son taux en acide cyanhydrique n'a pu être déterminé.

Graines de légumineuses

Le niébé (*Vigna unguiculata*) a présenté une teneur moyenne en protéines brutes de 24,8 p. 100 MS avec une concentration en tannins de 0,13 p. 100 MS et très peu de matières grasses (environ 1,7 p. 100 MS). Sa composition en acides aminés est indiquée au tableau III. Les protéines du niébé RCA étaient riches en lysine (6,6 g/16 g N), mais pauvres en acides aminés soufrés (méthionine 1,1 g/16 g N ; cystine 1,5 g/16 g N).

Tableau II

Composition chimique des matières premières

	MS % produit brut	MAT % MS	MG % MS	Cendres % MS	Cellulose % MS	Calcium mg/kg MS	Phosphore % MS	Tannins % MS	Gossypol % MS
Maïs	87,3	10,4	4,5	1,5	2,3	62	0,32	0,00	
Mil	87,6	11,7	2,2	1,5	1,8	110	0,19	0,07	
Sorgho blanc	90,5	11,6	2,2	1,8	2,3	128	0,44	0,11	
Sorgho jaune	90,7	10,1	3,0	1,3	2,5	142	0,34	0,07	
Sorgho rouge	89,2	9,7	2,9	2,0	3,2	103	0,38	0,25	
Sorgho (mélange)	89,9	10,8	2,7	1,9	2,5	97	0,37	0,18	
Manioc	88,7	1,2	0,3	1,3	2,2	247	0,05	ND	
Farine de sang	89,3	83,7	0,5	12,2	ND	ND	ND	ND	
Niébé	89,2	24,9	1,8	4,0	3,3	458	0,42	0,13	
Tourteau de coton décortiqué	91,9	41,3	23,5	6,3	ND	ND	ND	ND	
Tourteau de coton désuillé	92,2	45,3	0,6	7,8	12,3	2 175	1,55	ND	0,05

ND = non déterminé

Tableau III

Teneur en acides aminés des matières premières (g pour 16 g d'azote)

Acides aminés % MS	Maïs	Mil	Sorgho blanc	Sorgho jaune	Sorgho rouge	Sorgho (mé- lange)	Manioc	Niébé	Tourteau de coton désuillé
Lysine	2,86	2,35	2,08	2,50	2,48	2,11	4,69	6,63	4,57
Histidine	3,74	3,34	3,17	3,30	3,42	3,28	6,57	4,14	3,56
Arginine	4,72	3,73	4,06	4,55	4,24	4,55	3,75	8,38	11,72
Acide aspartique	6,37	7,46	6,74	7,28	6,72	6,87	6,57	11,04	9,19
Thréonine	3,63	3,83	3,37	3,52	3,54	3,38	3,75	3,87	3,51
Sérine	5,27	5,00	4,95	5,00	4,95	4,97	3,75	4,97	4,70
Acide glutamique	18,68	19,62	19,61	20,58	19,81	20,51	13,14	16,80	19,70
Proline	9,45	6,48	8,62	8,64	8,49	8,67	2,82	4,05	4,04
Glycine	3,63	2,85	3,17	3,30	3,30	3,28	3,75	3,77	4,24
Alanine	7,69	7,95	9,01	9,32	9,20	9,73	4,69	4,28	4,19
Valine	5,05	5,40	5,05	4,55	5,31	5,50	3,75	4,60	4,82
Isoleucine	3,52	4,41	4,06	4,09	4,24	4,44	2,82	4,05	3,59
Leucine	12,75	10,11	13,07	13,42	12,85	13,74	4,69	7,27	6,01
Tyrosine	4,40	3,24	4,16	4,21	4,24	4,33	1,88	3,27	3,13
Phénylalanine	4,94	4,71	5,25	5,23	5,19	5,29	2,82	5,52	5,40
Cystine*	2,42	2,26	2,28	2,39	2,48	2,33	1,88	1,10	1,89
Méthionine*	2,42	2,45	1,88	2,05	2,00	2,01	1,88	1,52	1,62

* après oxydation performique

Tableau IV

Valeurs moyennes (\pm erreur standard) d'EMA et du CUDaN des matières premières obtenues sur sept coqs

Matières premières	EB kcal/kg MS	EMA kcal/kg MS	EMA % EB	CUDaN %
Maïs	4 510	3 943 \pm 44	87,4	85,4 \pm 3,7
Mil	4 426	3 803 \pm 112	85,9	84,4 \pm 3,5
Sorgho blanc	4 379	3 793 \pm 26	86,6	86 \pm 2,5
Sorgho jaune	4 398	3 790 \pm 43	86,2	84,6 \pm 2,3
Sorgho rouge	4 390	ND	ND	ND
Sorgho (mélange)	4 395	3 797 \pm 84	86,4	84 \pm 2,8
Manioc	4 099	3 341 \pm 334	81,5	ND
Farine de sang	5 163	2 355 \pm 226	45,6	78,6 \pm 4,4
Niébé	4 423	3 111 \pm 196	70,3	82,4 \pm 4,1
Tourteau de coton décortiqué	5 789	3 748 \pm 153	64,7	82,2 \pm 2,10
Tourteau de coton désuillé	4 571	2 522 \pm 257	55,2	83,9 \pm 3,61

ND = non déterminé

La digestibilité des protéines du niébé était de 82,4 p. 100 et sa valeur d'énergie métabolisable apparente (EMA) s'est élevée à 3 111 \pm 196 kcal/kg MS.

Tourteaux d'oléoprotéagineux

Les échantillons de tourteaux de coton (TC) de cette étude avaient une faible teneur en gossypol, environ 0,05 p. 100 MS. Ils différaient par leurs teneurs en lipides résiduels (tableau II) et donc en énergie brute (tableau IV). Le premier tourteau utilisé, issu de graines décortiquées, renfermait encore 23,5 p. 100 de lipides. Ce taux élevé de lipides était dû au mauvais fonctionnement de la presse de l'huilerie qui avait fourni les échantillons. Le second était presque totalement dépourvu de lipides (0,6 p. 100 MS) et

contenait 12,25 p. 100 de cellulose (tableau II). Les teneurs en protéines de ces deux tourteaux étaient supérieures à 40 p. 100 avec un CUDaN supérieur à 80 p. 100 (tableau IV). Leurs valeurs d'EM se sont élevées à 3 748 kcal/kg MS pour le TC décortiqué et à 2 522 kcal/kg MS pour le TC désuillé.

Les protéines d'origine animale

La farine de sang de bovin produite en RCA a présenté une teneur en protéines d'environ 83,7 p. 100 MS et une forte proportion de cendres brutes 12,25 p. 100 MS. La digestibilité des protéines s'est élevée à 78,6 p. 100. Il en était de même pour sa valeur d'EMA qui a atteint 2 355 kcal/kg MS. Son profil en acides aminés n'a pas été déterminé.

■ DISCUSSION

La composition chimique des céréales produites en RCA est comparable à celles produites en France (3), en Asie (29) et au Nigeria (9). Le mil a présenté une teneur un peu plus élevée en protéines brutes et sa valeur d'EM était supérieure (11,7 contre 10 kcal/kg MS). Cette bonne valeur alimentaire justifierait son emploi en remplacement du maïs dans les rations des volailles (29, 41). L'échantillon de maïs étudié était le plus riche en matières grasses et donc en énergie brute et son EMA était également la plus élevée ($3\,943 \pm 44$ /kg MS) de toutes les autres céréales étudiées. Ces résultats sont proches de ceux publiés dans les tables américaines (21) mais ils sont supérieurs aux données concernant les maïs français (3). L'excellente digestibilité des protéines du maïs RCA et de son énergie peut s'expliquer, d'une part, par les variétés cultivées et, d'autre part, par les pratiques culturales. En effet, en RCA, le maïs est toujours récolté à très grande maturité, ce qui permet une bonne concentration des éléments nutritifs (lipides et amidon). Les maïs peu mûrs ont en effet une valeur alimentaire plus faible chez les volailles (18).

La valeur énergétique des sorghos est inversement proportionnelle à leur teneur en tannins (14, 32, 33). Les sorghos jaunes, blancs et le mélange, peu concentrés en tannins, ont une digestibilité comparable à celle publiée par l'INRA (13) pour des variétés pauvres en tannins produites en France. Ces résultats suggèrent que ces types de sorghos pauvres en tannins cultivés en RCA pourraient se substituer partiellement ou totalement au maïs dans les aliments de volailles (10, 14, 29) dans le Nord de la RCA, le Sud du Tchad et le Nord du Cameroun, où ces écotypes locaux sont largement cultivés. Il conviendrait de vérifier qu'il n'existe pas en RCA de variétés riches en tannins. Les teneurs en acides aminés mesurées dans cette étude sont cohérentes avec la littérature (15). Cependant, on observe une teneur sensiblement supérieure en méthionine (moyenne 1,98 contre 1,58 g/16 g N).

La RCA produit des quantités importantes de manioc. C'est l'aliment énergétique de base des populations centrafricaines. L'échantillon de manioc testé a pour caractéristiques une teneur en cendres très faible (1,3 p. 100 MS) qui devrait lui conférer une valeur énergétique élevée. Or celle-ci est, au mieux, égale à celle mentionnée par l'INRA (13) pour un produit à 6 p. 100 de cendres et, au pire, inférieure aux données mentionnées par certains auteurs et rapportées par l'OKE (24). En effet, dans cette synthèse l'EMA du manioc variait de 3 440 à 4 310 kcal/kg MS, ceci en fonction de la variété, de la région de production, du stade de récolte et du traitement technologique utilisé. Pour le manioc RCA, la phase de fermentation lors du traitement technologique semble réduire la digestibilité de l'énergie (25). Cette fermentation, indispensable à la détoxification du manioc pour l'alimentation humaine, est-elle obligatoire pour le poulet ?

L'incorporation du manioc dans les régimes de poulets de chair en milieu tropical peut réduire considérablement le coût alimentaire et par conséquent les coûts de production (24, 25, 39). Le processus de transformation du manioc en RCA donne un produit de faible valeur énergétique, même si ce traitement est réputé réduire le taux de fibres et, très fortement, le taux d'acide cyanhydrique (38). Cela suggère de poursuivre les travaux en utilisant du manioc récolté à différents stades de maturité, épluché, roui et séché sans être fermenté, que l'on comparera à du manioc non traité.

Le niébé produit en RCA présente des caractéristiques chimiques similaires à celles des protéagineux français, le pois en particulier (13) et aussi à celles des graines crues de niébé produites en Asie

(30). Les résultats d'EB et d'EMA de cette étude sont inférieurs à ceux publiés par Nwokolo et coll. (23) qui ont obtenu des valeurs moyennes d'EB et d'EMA pour des graines crues de niébé nigérian respectivement de 4 856 kcal/kg MS et 3 356 kcal/kg MS. Ces différences de résultats pourraient être dues en partie à la méthode de mesure de l'EMA utilisée par ces auteurs (*ad libitum* contre gavage humide). En effet, celle-ci utilise un aliment de base et un temps de collecte des excréta différents et un ingéré supérieur. Par ailleurs, les graines de niébé utilisées seraient issues de variétés sélectionnées, donc de valeur alimentaire supérieure aux graines issues d'écotypes locaux en RCA. On observe, par contre, une nette supériorité de la valeur d'EMA du niébé de RCA, comparée à celle des graines produites en Asie (30), mais elle reste comparable aux données publiées par Carré (2) pour le pois français qui variaient de 2 713 à 3 102 kcal/kg MS. Ainsi, les bonnes caractéristiques nutritionnelles des graines crues (4) du niébé RCA lui permettraient d'être un complément protéique intéressant pour les tourteaux de coton et les céréales qui sont déficitaires en acides aminés essentiels, comme la lysine.

En France, l'utilisation judicieuse de protéagineux (pois, féverole) a permis de réduire l'importation de soja, et les protéagineux tropicaux pourraient bien jouer ce rôle, à condition qu'ils soient disponibles et que l'on mette au point des processus de transformation économiques pour optimiser leur emploi en alimentation avicole.

Les deux types de tourteaux de coton étudiés ont présenté des caractéristiques nutritionnelles comparables à celles publiées par plusieurs auteurs (6, 12, 22, 27). Cependant, on note que le TC déshuilé était plus concentré en protéines que le TC décortiqué, ce qui était lié à sa faible concentration en huile résiduelle. Le taux de cellulose brute, de l'ordre de 12,25 p. 100 MS, est comparable à celui publié par l'INRA (13) pour des tourteaux issus de graines partiellement décortiquées. Sa faible teneur en gossypol (0,05 p. 100 MS) a pour origine la variété F135 cultivée en RCA.

La valeur élevée d'EMA du TC décortiqué provenait de sa forte concentration en matières grasses résiduelles (23,5 p. 100 MS), celle du TC déshuilé reste comparable aux données publiées par de nombreux auteurs (6, 12, 27). On peut donc considérer que le coq valorise assez bien ces lipides et, dans des conditions économiques particulières, la graine entière pourrait être utilisée (40).

L'utilisation des TC à taux croissant dans les régimes pour volailles conduit à une efficacité alimentaire et des performances de croissance très variables d'un auteur à l'autre (8, 12, 28, 37). Les auteurs s'accordent cependant sur le fait que la technique d'obtention des tourteaux et ses conséquences sur la teneur en gossypol et en cellulose brute, ainsi que la faible digestibilité des protéines (25, 28, 34), associée à une indisponibilité de plusieurs acides aminés essentiels (lysine, et méthionine) (25, 28, 30), sont les principaux facteurs de retard de croissance des jeunes volailles (7, 8, 26) et de réduction de l'intensité de ponte (6).

De nouvelles études devraient permettre d'expliquer, pour chaque facteur, les effets négatifs du tourteau de coton lorsque les animaux sont nourris avec des aliments en contenant de grandes quantités. Il faut noter en outre que la plupart de ces études ont été réalisées avec des aliments présentés en farine, ce qui réduit d'autant l'ingéré alimentaire et peut pénaliser le coton dont la densité énergétique est faible (37).

La farine de sang de bovin était la seule source de protéines animales testée. Elle a présenté une teneur en protéines comparable à celle publiée par Fetuga et coll. (9), mais elle est restée faible comparée aux données de l'INRA (13), à cause de sa forte proportion de cendres qui provient du mode de séchage au sol. Elle reste

incontestablement une source de protéines utilisables en alimentation avicole (9, 31). Les tables de composition montrent qu'elle est riche en lysine (21) mais extrêmement déficiente en isoleucine. Cette carence est aggravée par la forte proportion de leucine (5, 20). Ce profil déséquilibré en acides aminés justifie les faibles pourcentages (5-6 p. 100) d'incorporation dans les régimes des volailles (11). Si la farine de sang de bovin étudiée est assez pauvre en protéines, on observe cependant que sa digestibilité est élevée, comparée à celle mentionnée par Ravindran and Blair (31) (78,6 p. 100 contre 60 p. 100). Cette caractéristique pourrait être due à la température modérée de cuisson pratiquée en RCA.

Sa valeur d'EMA est relativement faible comparée aux données de l'INRA (13) (2 355 contre 2 820 kcal/kg MS). Cette faible valeur d'EMA est aussi attribuée à sa forte teneur en cendres brutes (12,25 p. 100 MS) associée vraisemblablement à des contaminants de type sable ou terre, même si cette teneur en cendres brutes ne peut expliquer totalement la faiblesse de la valeur observée. Si des précautions sont prises lors de collectes et du séchage afin d'éviter les contaminations, la farine de sang de bovin produite en RCA pourrait être une bonne source de protéines et de lysine, en complément du manioc et des tourteaux de coton, pour nourrir les volailles. Il faut cependant noter que les pratiques peu industrialisées ne sont pas compatibles avec une qualité sanitaire optimale du produit.

■ CONCLUSION

Les matières premières produites localement existent souvent en quantités importantes, mais sont peu valorisées en alimentation avicole. Cette étude, qui associe des analyses chimiques classiques et des mesures de bilan digestif, a concerné les principales matières premières disponibles en RCA et utilisables en alimentation avicole. L'ensemble des résultats montrent que la plupart de ces produits locaux présentent des compositions comparables aux données bibliographiques, même si des caractéristiques spécifiques ont été observées. Ainsi, on note que le maïs de la République centrafricaine est la céréale la plus énergétique, grâce à un stade de récolte tardif, et que le mil et les sorghos sont pauvres en tannins et présentent une assez bonne valeur alimentaire. Pour d'autres matières premières, il ressort de cette étude des différences avec la littérature internationale. Ainsi, la concentration énergétique des graines crues du niébé RCA est supérieure à certaines données publiées par ailleurs sous les tropiques, sans que l'on puisse attribuer cette différence à des méthodologies de bilan digestif différentes ou à des cultivars et des processus technologiques également différents.

Il en est de même pour le manioc et la farine de sang dont les caractéristiques nutritionnelles sont dépréciées en RCA par des traitements technologiques mal adaptés à l'alimentation des volailles : rouissage et fermentation pour le manioc, contaminations minérales pour la farine de sang.

Il est donc nécessaire de préciser les incidences des traitements technologiques pratiqués en Afrique tropicale sur la valeur alimentaire des matières premières telles que le manioc, la farine de sang, le tourteau de coton et le niébé.

Remerciements

Les auteurs adressent leurs remerciements à la société Guyomarc'h nutrition (Vannes) pour sa collaboration aux travaux d'analyse.

BIBLIOGRAPHIE

- ASSOCIATION FRANCAISE DE NORMALISATION, 1985. Aliments des animaux, méthodes d'analyse françaises et communautaires, 2^e ed. Paris, France, AFNOR, 339 p.
- CARRE B., 1997. Les qualités des graines de légumineuses en nutrition aviaire. In : 2^e Journées de la recherche avicole, Tours, France, 8-10 avril 1997, tome I. Nouzilly, France, INRA, p. 27-32.
- CONAN L., METAYER M., LESSIRE M., WIDIEZ M.J.L., 1992. Teneur en énergie métabolisable des céréales françaises pour les volailles : synthèse d'enquêtes annuelles. *INRA, Prod. Anim.*, **5** : 329-338.
- CRESWELL D.C., 1981. Nutritional evaluation of mung beans (*Phaseolus aureus*) for young broiler chickens. *Poult. Sci.*, **60**: 1905-1909.
- D'MELLO J.F., 1988. Dietary interactions influencing amino-acid utilisation by poultry. *World Poult. Sci. J.*, **44**: 92-102.
- DONGMO TH., 1993. Effets des régimes alimentaires contenant du tourteau de coton ou du gossypol libre sur la reproduction des coqs ou des poules (*Gallus domesticus*) Thèse doct., ENSA, Rennes, France, 152 p.
- DONGMO TH., PONE D.K., NGOUPAYOU J.D.N., 1989. Cottonseed cake in breeder hens diets: effects of supplementation with lysine and methionine. *Arch. Gerflügelk.*, **53**: 231-234.
- DONGMO TH., POUILLES-DUPLAIX M., NGOU NGOUPAYOU J.D., BLESBLOIS E., DE REVIERS M., 1993. Utilisation du tourteau de coton dans l'alimentation des volailles. 1. Etude zootechnique chez les reproducteurs de l'espèce *Gallus domesticus*. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **46** : 609-619.
- FETUGA B.L., BABATUNDE G.M., OYENUGA V.A., 1973. Protein quality of some nigerian feedstuffs: chemical assay of nutrients and amino-acid composition. *J. Sci. Food. Agric.*, **24**: 1505-1514.
- GUALTIERI M., RAPACCINI S., 1990. Sorghum grain in poultry feeding. *World Poult. Sci. J.*, **46**: 246-254.
- HASSAN O.E.M., MUKHTAR A.M.S., NASIR M.E.A., 1974. The use of blood meal in tropical broiler diets. *Trop. Anim. Health Prod.*, **6**: 179-182.
- HONORAT-ZOURE G.M., 1991. Les tourteaux de coton : composition, valeur alimentaire, dégradabilité des matières azotées. Mémoire DAA, ENSA, Rennes, France, 197 p.
- INRA, 1988. L'alimentation des animaux monogastriques : porcs, lapins, volailles, 2^e ed. Versailles, France, INRA, 281 p.
- JACQUIN C., 1985. Etude de la valeur alimentaire du sorgho. Liaison entre la teneur en tannin et l'énergie métabolisable. Paris, France, ITCF, p. 37-41.
- LARBIER M., LECLERCQ B., 1992. Nutrition et alimentation des volailles. Paris, France, INRA, 355 p.
- LECLERCQ B., 1985. Valeur énergétique et qualité des aliments. In : CR Conférence avicole, Paris, France, 18 octobre 1985. Tours, France, Groupe français de la WPSA, p. 4-12. (Cahier n°1)
- LECLERCQ B., 1987. Vers une standardisation de la méthode de mesure de l'énergie métabolisable chez les volailles. *Aliscope*, n° 3-4 : 35-36.
- LESSIRE M., 1985. Faut-il remettre en cause la valeur énergétique du maïs ? In : CR Conférence avicole, Paris, France, 18 octobre 1985. Tours, France, Groupe français de la WPSA, p. 26-36. (Cahier n°1)
- LESSIRE M., 1990. Effect of feeding technique, *ad libitum* dry, or wet force feeding, on the metabolisable energy values of raw materials for poultry. *Br. Poult. Sci.*, **31**: 785-793.
- MILLER B.F., 1977. Formulating swine, poultry rations using, flash-dried blood meal. *Feedstuffs*, **49**: 22-23.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1994. Nutrient requirements of poultry, 9th ed. Washington DC, USA, National Academy Press, 155 p.
- NWOKOLO E.D., BRAGG B.W.D., KITTS W.D., 1976. The availability of amino acids from palm kernel, soybean, cottonseed and rapeseed meal for the growing chick. *Poult. Sci.*, **55**: 2300-2304.
- NWOKOLO E.D., UCHE I.O., 1985. Variation in metabolisable energy of raw or autoclaved white and brown varieties of three tropical legumes. *Anim. Feed Sci. Tech.*, **13**: 141-146.
- OKE O.L., 1978. Problems in the use of cassava as animal feed. *Anim. Feed Sci. Tech.*, **3**: 345-380.

25. OSEI S.A., DUODU S., 1988. Effect of fermented cassava peel meal on performance of broiler. *Br. Poult. Sci.*, **29**: 671- 675.
26. PACKHAM R.G., PAYNE C.G., 1973. Cotton seed in broiler diets. Considerations of some aspects of amino-acid balance and gossypol level in cottonseed meal and cottonseed-meal meal starter diets. *Aust. J. exp. Agric. Anim. Husb.*, **13**: 656-661.
27. PAPADOPOULOS G., ZIRAS E., 1987. Nutrient composition of Greek cottonseed meal. *Anim. Feed Sci. Tech. Trop.*, **23**: 323-331.
28. PHELPS R.A., 1966. Cotton seed meal for poultry: from research to practical application. *World Poult. Sci. J.*, **22**: 86-112.
29. RAVINDRAN V., BLAIR R., 1991. Feed resources for poultry production in Asia and Pacific region. 1. Energy sources. *World Poult. Sci. J.*, **47**: 213-231.
30. RAVINDRAN V., BLAIR R., 1992. Feed resources for poultry production in Asia and Pacific region. 2. Plant protein sources. *World Poult. Sci. J.*, **48**: 205-231.
31. RAVINDRAN V., BLAIR R., 1993. Feed resources for poultry production in Asia and Pacific region. 3. Animal protein sources. *World Poult. Sci. J.*, **49**: 219-235.
32. ROSTAGNO H.S., FEATHERSTON W.R., ROGLER J.C., 1973. Studies of the nutritional value of sorghum grain with varying tannin contents for chicks. 1. Growth studies. *Poult. Sci.*, **52**: 765- 772.
33. ROSTAGNO H.S., ROGLER J.C., FEATHERSTON W.R., 1973. Studies of the nutritional value of sorghum grain with varying tannin contents for chicks. 2. Amino acid digestibility studies. *Poult. Sci.*, **52**: 772-778.
34. SHARMA N.K., LODHI G.N., ICHHPONANI J.S., 1978. Cottonseed-cake, a potential source of vegetable protein for poultry: a review. *Indian J. Anim. Sci.*, **48**: 132-140.
35. SIBBALD I.R., 1982. Measurement of available feed energy. *Can. J. Anim. Sci.*, **62**: 984-1048.
36. TERPSTRA K., DE HART H., 1974. The estimation of urinary nitrogen in poultry excreta. *Z. Tierphysiol. Futt.*, **32**: 306-320.
37. WALDROUP P.W., 1981. Cottonseed meal in poultry diets. *Feedstuffs*, **53**: 21- 24.
38. WYLLIE D., MTUI M., OLOYA J.D., KATEGILE J.A., 1984. Processing of cassava meal for chicks. *Nutr. Rep. Intern.*, **30**: 1127-1136.
39. YO T., 1988. The use of cassava in broiler diets in Côte d'Ivoire: Effects on growth performance and feed costs. In: Proc. IITA/ILCA Meeting on cassava as livestock feed in Africa, University of Ibadan, Nigeria, November 14-18, 1988, p. 121-126.
40. YO T., 1991. Utilisation directe des graines de coton décortiquées de variétés sans gossypol dans l'alimentation des poulets de chair en Côte d'Ivoire. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **44** : 355-360.
41. YO T., PICARD M., GUERIN H., DAUVILLIERS P., 1994. Alimentation séparée (céréales graines entières + aliment complémentaire granulé) chez les poulets de chair en climat chaud. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **47** : 319- 327.
42. YO T., TAWFICK E.S., 1989. Influence of dietary energy density on feed intake, feed efficiency and weigh gain of broilers. *Der Tropenland-wirt.*, **90**: 105-110.

Reçu le 11.11.97, accepté le 5.5.98

Summary

Maliboungou J.C., Lessire M., Hallouis J.M. Chemical composition and metabolizable energy value of some feed resources for poultry in the Central African Republic

The adequate use of raw materials produced in African tropical countries is limited due to a shortage of accurate data on their nutritive value and technological processing. The present study was conducted to evaluate the nutritive value of tropical raw materials available for poultry in the Central African Republic. These were analyzed and their digestibility measured in adult cockerels. The following results were obtained for crude protein (% dry matter) and metabolizable energy (kcal/kg dry matter), respectively: maize 10.4 and 3943; millet 11.7 and 3803; white sorghum 11.6 and 3793; yellow sorghum 10.1 and 3790; red sorghum 9.7 and ND; sorghum (blend) 10.8 and 3797; fermented dried cassava 1.2 and 3341; cowpeas 24.9 and 3111; cottonseed meal (expeller) 41.3 and 3748; cottonseed meal (solvent) 45.3 and 2522; dried blood meal 83.7 and 2355. Aside from a cottonseed meal with high residual fat content, cereals were undeniably the most energetic raw materials. Cottonseed meals showed protein and metabolizable energy contents similar to those reported by the international literature. High digestibility was observed for raw cowpea seeds, whereas dried fermented cassava and dried blood meal exhibited lower values than those published elsewhere. This can be explained by the use of different specific processing techniques, which are discussed.

Key words: Poultry - Feeding - Raw material - Nutritive value - Chemical composition - Energy value - Central African Republic.

Resumen

Maliboungou J.C., Lessire M., Hallouis J.M. Composición química y contenido en energía metabolizable de las materias primas producidas en la República centroafricana y utilizables en avicultura

El uso adecuado de las materias primas producidas en África tropical se encuentra limitado por la falta de datos precisos en lo que respecta las características nutricionales y los tratamientos técnicos realizados. El objetivo del presente estudio es la evaluación nutricional de las materias primas tropicales disponibles para las aves en la República centroafricana, las cuales fueron analizadas y su digestibilidad fue medida en el gallo adulto. Los resultados siguientes fueron obtenidos respectivamente para las proteínas (% de materia seca) y para la energía metabolizable (kcal/kg de materia seca): maíz 10,4 y 3943; millo 11,7 y 3803; sorgo blanco 11,6 y 3793; sorgo amarillo 10,1 y 3790; sorgo rojo 9,7 y ND; sorgo (mixto) 10,8 y 3797; yuca (o mandioca) 1,2 y 3 341; "niebe" 24,9 y 3 111; torta de algodón descascarado 41,3 y 3748; torta de algodón sin aceite 45,3 y 2522; harina de sangre 83,7 y 2355. Con la excepción de una torta de maíz rica en aceite residual, los cereales representaron las materias primas más energéticas. Las tortas presentaron tenencias en proteínas y en energía metabolizable cercanas a las reportadas por la literatura internacional. Los granos crudos de niebe presentaron una digestibilidad alta, mientras que la yuca y la harina de sangre presentaron valores inferiores a los publicados por otros autores. Estas diferencias pueden explicarse por las técnicas de preparación específicas, las cuales se discuten.

Palabras clave: Ave de corral - Alimentación - Materia prima - Valor nutritivo - Composición química - Valor energético - República centroafricana.

Le mouton Djallonké à Kolokopé (Togo) : paramètres de reproduction des brebis et viabilité des agneaux

A. Missohou¹ B. Bonfoh² A.K. Kadanga¹

Mots-clés

Ovin - Mouton Djallonké - Intervalle entre parturitions - Performance de reproduction - Taille de la portée - Taux de natalité - Mortalité - Togo.

Résumé

Ce travail qui avait pour objet d'étudier les performances de reproduction des brebis et la viabilité des agneaux Djallonké au Centre d'appui technique de Kolokopé (Togo) a porté sur 163 brebis et 4 503 agneaux. Les données ont été collectées de 1984 à 1994. L'âge à la première mise bas (APMB) était de $595,8 \pm 15,7$ j (19,5 mois) pour un intervalle entre mises bas (IMB) de $304 \pm 8,2$ j (10 mois). La taille de la portée et le taux annuel de prolificité étaient respectivement de $1,31 \pm 0,02$ et de 1,57 agneau par brebis. Le taux de mortalité avant sevrage était de 11,7 p. 100. L'APMB était significativement influencé par l'année ($p < 0,001$), la saison de naissance ($p < 0,05$) et le type d'agnelage ($p < 0,05$). Quant à l'IMB, il était significativement affecté par l'année ($p < 0,001$), la saison ($p < 0,001$) et le type d'agnelage ($p < 0,05$). Le taux de mortalité présevrage était significativement affecté par l'année ($p < 0,001$) et le type de naissance ($p < 0,001$).

■ INTRODUCTION

Les pays côtiers d'Afrique de l'Ouest sont dépendants, soit des pays du Sahel, soit de l'Occident, en particulier de l'Union européenne, pour la couverture d'une bonne partie de leurs besoins en protéines d'origine animale. Les différents cycles de sécheresse qui ont sévi au Sahel au cours de ces trois dernières décennies ont cependant éprouvé les potentialités de production des pays sahéliens qui sont exportateurs de viande aujourd'hui mais pourraient devenir importateurs en l'an 2000 (6). Par ailleurs, la viande européenne, bien que subventionnée, représente un lourd fardeau pour les Etats. Ces tendances, aggravées aujourd'hui par la décade du franc CFA et la politique de réduction de la subvention à l'exportation des produits agricoles européens, ont été perçues assez tôt par certains Etats côtiers qui, forts de leur importante production fourragère, ont décidé de mettre en place des stratégies endogènes de couverture de leurs besoins en produits carnés. Le mouton Djallonké, par sa rusticité, sa trypanotolérance, la brièveté de son cycle de reproduction, et la réserve monétaire facilement mobilisable qu'il constitue en milieu paysan, a été perçu comme l'un des supports de cette ambition. Ainsi a été créé au Togo en 1982 le

Centre d'appui technique de Kolokopé (CAT-K) chargé de promouvoir l'élevage de cette race. Les premiers résultats obtenus dans ce centre ont porté sur la croissance présevrage des agneaux (1) et constituent les seules données techniques publiées chez le mouton Djallonké au Togo.

Compte tenu de l'importance de la reproduction dans la productivité du cheptel, cette note avait pour objectif de préciser quelques paramètres de reproduction et de viabilité des agneaux dans le cadre du CAT-K.

■ MATERIEL ET METHODES

Cadre

Les présents travaux ont été effectués au CAT-K, Togo, situé dans la région des plateaux, à 12 km d'Anié. Cette station jouit d'un climat soudanien à saison pluvieuse s'étendant de mi-mars à mi-octobre et à saison sèche le reste de l'année. La moyenne annuelle des précipitations au cours de cette dernière décennie (1984-1994) s'est élevée à 1 197 mm et a varié de 718 mm à 1 842 mm (tableau I). Le relief est dominé par la plaine du Mono avec quelques rares dépressions. Le sol, très riche en matières organiques, est de couleur noir foncé homogène. Classé parmi les

1. Service de Zootechnie-Alimentation, Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires de Dakar, BP 5077, Dakar, Sénégal

2. Projet « Petit ruminant », BP 65, Atakpamé, Togo

meilleurs sols du Togo, il porte de belles cultures de coton, d'ignames et de maïs. La végétation sur l'ensemble de la station est une savane boisée à arborée, claire à semi-dense. Le cortège ligneux est formé de *Vittelaria paradoxa*, *Terminalia macroptera*, *Combretum glutinosum*, *Acacia* sp. et *Euphorbia* sp. La strate herbacée est dominée par *Panicum maximum* et *Sorghum arundinaceum*.

Conduite des animaux

Les brebis dont l'effectif moyen annuel était de 800 têtes étaient élevées en troupeaux de 150 animaux environ, chaque troupeau étant placé sous la responsabilité d'un berger titulaire. En 1992, un noyau de 60 chèvres et de huit boucs ont été introduits au CAT-K. Les brebis qui avaient agnelé étaient gardées dans la bergerie pendant les 3-7 premiers jours qui ont suivi la mise bas. Les troupeaux étaient menés sur pâturages améliorés formés de *Panicum*, de *Leucaena*, de *Gliricidia* et de *Cajanus* pendant six heures par jour maximum. La supplémentation de ces animaux se faisait toute l'année avec des graines de coton à raison de 150 à 300 g par tête et par jour (en fonction du stade physiologique des animaux et de la valeur nutritive du pâturage) et des blocs de sels minéraux. Les jours pluvieux, les animaux étaient gardés à la bergerie où des branches de légumineuses arbustives et du foin de *Panicum* leur était distribués.

La reproduction se faisait par des luttes naturelles organisées avec des lignées de géniteurs tous les huit à neuf mois pendant une durée de 45 jours. Les antenaises étaient mises à la reproduction en fonction des besoins de renouvellement du cheptel, sans prise en compte réelle de leur poids vif. Le rapport mâle/femelle était environ de 1/20. Le sevrage intervenait entre trois et quatre mois d'âge avec séparation des agnelles et des agneaux.

La lutte contre les principales pathologies constatées (ecthyma contagieux, adénocarcinome, œstrose, épididymite contagieuse ovine, diarrhée des jeunes...) reposait sur des méthodes thérapeutiques spécifiques et prophylactiques. Au plan prophylactique, les animaux étaient vaccinés contre la peste des petits ruminants (TissupestND) et l'épididymite contagieuse ovine (RevIND). Le déparasitage des brebis adultes se faisait au début, au milieu et à la fin de la saison des pluies. Les jeunes, quant à eux, étaient déparasités à l'âge de 1,5 mois et au sevrage. Le déparasitage était interne (ValbazenND) et externe (Butox 7,5 pour onND, TacticND).

Analyse des données

Les données ont porté sur 163 brebis et 4 503 agneaux Djallonké et ont été collectées entre 1984 et 1994. Toutefois les données exploitables chez les brebis n'ont été disponibles qu'à partir de 1988. Un modèle linéaire à effets fixes a permis d'étudier les facteurs de variation des paramètres étudiés. Sous sa forme générale, le modèle s'écrit :

$$Y_{ijklm} = \mu + A_i + S_j + X_k + T_l + e_{ijklm}$$

où :

Y_{ijklm} = observation sur le n^e animal,

μ = moyenne générale,

A_i = année de naissance (1984-1994),

S_j = saison de naissance (pluvieuse ou sèche),

X_k = sexe des animaux (mâle ou femelle),

T_l = type de naissance des animaux (simple, double, triple ou quadruple), et

e_{ijklm} = effet aléatoire résiduel du modèle.

Les taux de mortalité ont été calculés comme suit :

taux de mortalité à la naissance = nombre de morts à la naissance/nombre de nés ;

taux de mortalité au sevrage = nombre de morts entre la naissance et le sevrage/nombre de sevrés.

■ RESULTATS ET DISCUSSION

Age à la première mise bas

Dans les conditions d'élevage du CAT-K, l'âge à la première mise bas était de $595,8 \pm 15,7$ j (tableau II) soit 19,5 mois. Les résultats de cette étude sont comparables à ceux obtenus en station au Cameroun, au Sénégal et au Ghana (tableau III) mais sont plus faibles que ceux obtenus en milieu traditionnel. En Côte d'Ivoire, où l'âge à la première mise bas est relativement faible en station, les femelles ont été mises à la reproduction à huit mois d'âge (11).

Tableau I
Pluviométrie mensuelle au CAT-K (Togo) de 1984 à 1994 (en mm de pluie)

	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	Moyenne
Janvier	-	4,7	0,8	-	1,1	-	31,9	-	-	-	8,8	9,5
Février	-	-	23,6	-	1,2	13,0	0,6	88,4	62	9,4	-	7,0
Mars	124,2	121,2	71,9	113,3	89,2	113,9	-	50,3	97	105	79,5	96,6
Avril	116,5	141,8	107,9	2,2	70,1	82,3	191,1	192,1	31,1	38,4	132,4	100,5
Mai	170,0	98,2	92,8	205,2	112,3	9,1	67,1	304,6	173,6	143,7	183,3	141,8
Juin	131,7	349,9	33,5	137,8	140,8	223,0	215,6	141,3	162,1	192,4	80,3	164,4
Juillet	155,8	329,1	123,2	93,6	331,4	168,3	167,8	363,1	251,0	118,3	131,5	203,0
Août	117,1	376,5	87,4	385,2	128,3	311,6	59,9	185,2	52,9	235,9	166,4	191,5
Septembre	142,2	232,1	140,9	219,3	129,6	92,9	117,1	67,0	145,2	138,7	236	151,0
Octobre	48,8	69,4	96,9	103,4	113,4	130,8	54,0	89,1	88,9	92,6	221,8	100,8
Novembre	0,2	119,1	19,6	-	-	-	65,8	-	1,7	48,4	18,5	39,0
Décembre	-	-	-	-	47,2	0,5	97,7	5,3	5,1	33,7	-	31,5
Total	1 006	1 842	718	1 260	1 165	1 145	1 069	1 486	1 071	1 156	1 250	1 197

Tableau II

Moyennes estimées par la méthode des moindres carrés de l'âge au premier agnelage des brebis Djallonké élevées au CAT-K

Variabes	Nb.	Age au 1 ^e agnelage (j)
Moyenne générale	163	595,8
Année de naissance des brebis *		
1988	3	641,7
1989	73	552,5
1990	46	669,2
1991	10	666,5
1992	31	561,8
Saison de naissance des brebis **		
Pluvieuse	136	596,9
Sèche	27	590,2
Type de naissance des brebis		
Simple	100	600,8
Double	63	587,8
Type d'agnelage **		
Simple	137	580,7
Double	26	675,5

* $p < 0,001$

** $p < 0,05$

L'accouplement n'étant pas contrôlé en milieu traditionnel, les différences observées entre les deux milieux pourraient être dues au fait que les brebis sont montées juste après la puberté qui, selon Jolland (1960) cité par Tuah et Baah (13), survient entre 4 et 8 mois d'âge. Pour une durée de gestation de 150 j, l'âge à la première conception était dans la présente étude de 14,5 mois, soit plus du double de l'âge à la puberté. Une prise en compte du poids vif des antenaises (il doit correspondre à 50-60 p. 100 du poids adulte (3)) au moment de leur mise en service devrait permettre d'obtenir le premier agnelage vers 13-14 mois d'âge.

L'année et la saison de naissance des brebis et le type d'agnelage ont un effet significatif sur l'âge à la première mise bas. Fall et coll. (8) n'ont pas observé d'effet significatif de ces facteurs sur cette variable. Toutefois ils ont rapporté un âge plus élevé pour les naissances doubles que pour les naissances simples, ce qui corrobore les différences observées entre les deux types de naissance dans ce travail.

Intervalle entre mises bas

L'intervalle entre mises bas (IMB) était de $304,0 \pm 8,2$ j, soit environ 10 mois, et était plus élevé que ceux rapportés par d'autres auteurs (tableau III). L'IMB comprend la durée de gestation et la période de service qui est l'intervalle entre la parturition et la fécondation. La durée de la gestation étant peu variable, c'est la période de service qui a justifié l'allongement de l'IMB constaté. En l'absence de saisonnement chez les moutons tropicaux, en particulier dans les zones où l'alimentation ne constitue pas de contrainte majeure (7), Tuah et Baah (13) pensent qu'il est possible d'obtenir chez la brebis Djallonké deux naissances par an étant donné le retour des chaleurs 14 jours après la mise bas (Jolland, cité par les mêmes auteurs). L'allongement de l'IMB rapporté dans cette étude pourrait être le résultat de la longue période de repos (8-9 mois) qui sépare les périodes de monte.

Tableau III

Performances de reproduction du mouton Djallonké dans différents pays d'Afrique

Pays	Age 1 ^e mise bas (mois)	Intervalle entre mises bas (mois)	Fertilité	Taille de la portée	Référence
Station					
Burkina Faso				1,18	Boly et coll. (5)
Cameroun	16,9	7,93	96	1,17	Vallerand et Branckaert (14)
Côte d'Ivoire	13,5	8 (imposé)	94-95	1,10	Berger et Ginisty (4)
Côte d'Ivoire	13,5	8 à 10	94,9	1,17	Rombaut (11)
Ghana	20,9	10		1,30	Tuah et Bah (13)
Sénégal	18,8	10,23		1,12	Fall et coll. (8)
Togo	19,5	10		1,31	Présente étude
Milieu traditionnel					
Côte d'Ivoire	11,5	75 % < 7 11 % > 9	206/an	1,27	Rombaut et Van Vlaenderen (12)
Ghana	14,3	6,95 à 7,8		1,2	London et coll. (10)
Togo	13	7		1,47-1,5	Amegee (2)

Tableau IV

Moyennes estimées par la méthode des moindres carrés de l'intervalle entre mises bas des brebis Djallonké élevées au CAT-K

Variabes	Nb.	Intervalle entre agnelages (j)
Moyenne générale	263	304,0
Année d'agnelage *		
1990	18	
1991	52	268,2
1992	73	359,6
1993	78	281,5
1994	42	334,5
Saison d'agnelage *		
Pluvieuse	241	307,4
Sèche	22	266,5
Numéro d'agnelage **		
1	128	296,7
2	83	319,6
3	52	296,8
Type d'agnelage		
Simple	151	292,4
Double	112	314,6

* p < 0,001

** p < 0,05

L'IMB était influencé par l'année, la saison et le type d'agnelage (tableau IV). L'IMB plus long observé en saison des pluies est en contradiction avec les résultats obtenus au Sénégal par Fall et coll. (8) qui ont rapporté que l'IMB diminuait lorsque la pluviométrie augmentait. Mais chez les bovins et dans les mêmes conditions d'élevage, ces mêmes auteurs (9) ont obtenu un résultat analogue à celui de cette étude. Bien que non significatif, l'IMB était plus long pour les jumeaux que pour les simples.

Taille de la portée, mortalité des agneaux

La taille de la portée ($1,31 \pm 0,02$) était proche des résultats de Tuah et Baah (13) mais était supérieure à celle rapportée par d'autres auteurs. Le taux annuel de prolificité (taille portée x IMB/365) était de 1,57 agneau/brebis. Malgré le long IMB observé, il dépassait celui obtenu au CRZ de Kolda (Sénégal) par Fall et coll. (8).

Le taux de mortalité est passé de 1,3 p. 100 à la naissance à 11,7 p. 100 au sevrage (tableau V). La période critique pour la survie des agneaux était le premier mois, au cours duquel près de 10 p. 100 des agneaux sont morts. Bien que relativement élevé, ce taux est inférieur à celui observé au CRZ de Kolda (8) où le sevrage, cependant, se fait à 4 mois d'âge.

Les facteurs ayant eu un effet significatif sur le taux de mortalité présevrage étaient l'année de naissance et le type de naissance. Ainsi, chez les agneaux nés simples qui représentaient 50,8 p. 100 de l'échantillon, la mortalité était de 6,2 p. 100 contre 41,7 p. 100 chez les quadruples dont la proportion n'était cependant que de 0,26 p. 100. S'agissant de l'effet de la saison, Fall et coll. (8) pensent que l'un des principaux facteurs de mortalité des agneaux reste la pluviométrie, la mortalité augmentant de 1,4 p. 100 pour

chaque centaine de millimètres de pluie supplémentaires. Toutefois, dans cette étude, bien que la mortalité ait été plus élevée en saison pluvieuse qu'en saison sèche, la différence n'était pas significative.

CONCLUSION

L'analyse des paramètres de reproduction de la brebis Djallonké au CAT-K montre une relative absence de précocité, un long intervalle entre mises bas, mais une bonne prolificité par rapport aux résultats rapportés par d'autres auteurs chez la même race. Une mise à la reproduction des antenaises dès l'âge de 8 mois et une organisation de saisons de monte de rattrapage devraient permettre d'accroître la productivité numérique des brebis. De même, un meilleur suivi des agnelages et des agneaux (adoption des nés multiples, durée d'une semaine au moins de claustration des femelles après la mise bas) permettrait de réduire la mortalité des jeunes, en particulier, des agneaux nés multiples. Ceci aiderait à réduire au Togo la dépendance de l'extérieur en viande et produits carnés et minimiserait les risques associés à la vache folle.

Tableau V

Moyennes du taux de mortalité au CAT-K

	Nb.	Taux de mortalité (%)			
		N	1 ^e S	1 ^e M	NS
Moyenne générale	4 503	1,3	6,9	9,7	11,7
Année de naissance					*
1984	27	0	0	3,70	10,57
1985	615	0,32	5,85	9,43	11,57
1986	365	0,27	5,75	9,36	11,51
1987	428	0,70	7,94	9,58	10,28
1988	506	0,39	5,33	8,49	10,27
1989	679	1,47	8,83	12,07	14,14
1990	729	0,96	7,20	9,46	10,28
1991	341	3,81	10,55	14,07	21,11
1992	340	1,17	5,00	6,47	7,65
1993	473	3,15	6,34	8,45	10,99
Saison de naissance					
Pluvieuse	3 211	1,21	6,94	9,68	12,08
Sèche	1 292	1,39	6,73	9,83	10,68
Type de naissance					*
Simple	2 287	0,30	3,06	4,72	6,16
Double	2 096	2,14	10,2	14,02	16,51
Triple	108	2,77	20,37	28,7	31,48
Quadruple	12	16,66	33,33	41,66	41,66
Sexe					
Femelle	2 290	1,17	6,98	9,52	11,13
Mâle	2 213	1,35	6,77	9,94	12,24

* p < 0,001

N : naissance ; S : semaine ; M : mois ; N-S : naissance-sevrage

BIBLIOGRAPHIE

1. ABASSA K.P., PESSINABA J., ADESHOLA-ISHOLA A., 1992. Croissance pré-sevrage des agneaux Djallonké au Centre de Kolokopé (Togo). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **45** : 49-54.
2. AMEGEE Y., 1983. La prolificité du mouton Djallonké en milieu villageois au Togo. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **36** : 85-90.
3. BARIL G., CHEMINEAU P., COGNIE Y., GUERIN Y., LEBŒUF B., ORGEUR P., VALLET J.C., 1993. Manuel de formation pour l'insémination artificielle chez les ovins et les caprins. Rome, Italie, FAO, 231 p. (Production et santé animales n° 83)
4. BERGER Y., GINISTY L., 1980. Bilan de quatre années d'étude de la race ovine Djallonké en Côte d'Ivoire. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **33** : 71-78.
5. BOLY H., KOUBAYE A., VIGUIER-MARTINEZ M.C., YENIKOYE A., 1993. Gestion et reprise de l'activité sexuelle après le part chez la brebis Djallonké, variété « Mossi ». *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **46** : 631-636.
6. CFD, 1996. Relance du secteur de l'élevage dans les pays de la Zone franc après la dévaluation du franc. Paris, France, Ministère de la Coopération Française, 72 p.
7. DEVENDRA C., McLEROY G.B., 1982. Goat and sheep production in the tropics. London, UK, New-York, USA, Longman, 264 p.
8. FALL A., DIOP M., SANFORD J., GUEYE E., WISSOCQ Y.J., DURKIN J., TRAIL J.C.M., 1983. Etude sur la productivité de moutons Djallonké au Centre de recherches zootechniques de Kolda au Sénégal. I. Paramètres de reproduction et viabilité. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **36** : 183-190.
9. FALL A., DIOP M., SANFORD J., WISSOCQ Y.J., DURKIN J., TRAIL J.C.M., 1982. Evaluation of the productivities of Djallonké sheep and Ndama cattle at the Centre de recherches zootechniques, Kolda, Senegal. Addis Abeba, Ethiopia, CIPEA, 74 p. (Research Report No. 3)
10. LONDON J.C., WENIGER J.H., SCHWARTZ H.J., 1994. Investigations into traditionally managed Djallonké sheep production in the humid and subhumid zones of Asante. Ghana II. Reproductive events and prolificity. *J. Anim. Breed. Gen.*, **11**: 432-450.
11. ROMBAUT D., 1980. Comportement du mouton Djallonké en élevage rationnel. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **33** : 427-439.
12. ROMBAUT D., VAN VLAENDEREN G., 1976. Le mouton Djallonké de Côte d'Ivoire en milieu villageois. Comportement et alimentation. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **29** : 157-172.
13. TUAH A.-K., BAAH J., 1985. Reproductive performance, pre-weaning growth rate and pre-weaning lamb mortality of Djallonké sheep in Ghana. *Trop. Anim. Health Prod.*, **17**: 107-113.
14. VALLERAND F., BRANCKAERT R., 1975. La race ovine Djallonké au Cameroun. Potentialités zootechniques, conditions d'élevage, avenir. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **28** : 523-545.

Reçu le 6.5.97, accepté le 1.4.98

Summary

Missohou A., Bonfoh B., Kadanga A.K. Djallonké sheep at Kolokopé (Togo): Reproductive traits in ewes and viability of lambs

The aim of this work was to study reproductive performances in 163 Djallonké ewes and viability in 4503 lambs at the Centre d'appui technique of Kolokopé, Togo. Data were collected from 1984 to 1994. Age at first lambing (AFL) and lambing interval (LI) were 595.8 ± 15.7 d (19.5 months) and 304 ± 8.2 d (10 months), respectively. The litter size and annual reproductive rate were 1.31 ± 0.02 and 1.57 lamb per ewe, respectively. The pre-weaning death rate was 11.7%. AFL was significantly influenced by the year of birth ($p < 0.001$), season of birth ($p < 0.05$) and lambing type ($p < 0.05$). LI was significantly affected by the year of lambing ($p < 0.001$), season ($p < 0.001$) and lambing type ($p < 0.05$). The preweaning mortality rate was significantly affected by the year ($p < 0.001$) and birth type ($p < 0.001$).

Key words: Djallonké sheep - Lambing interval - Reproductive performance - Litter size - Birth rate - Mortality - Togo.

Resumen

Missohou A., Bonfoh B., Kadanga A.K. El ovino Djallonké en Kolopé (Togo): parámetros de reproducción de las ovejas y viabilidad de los corderos

El presente trabajo pretende estudiar los rendimientos de las ovejas y la viabilidad de los corderos Djallonké en el Centro de Apoyo Técnico de Kolokopé (Togo) y se llevó a cabo con 163 ovejas y 4 503 corderos. Los datos se recolectaron de 1984 a 1994. La edad al primer parto (EPP) fue de $595,8 \pm 15,7$ días (19,5 meses), con un intervalo entre partos (IEP) de $304 \pm 8,2$ días (10 meses). El tamaño de la camada y la tasa anual de prolificidad fueron respectivamente de $1,31 \pm 0,02$ y de 1,57 corderos por oveja. La tasa de mortalidad antes del destete fue de 11,7%. La EPP fue influenciada significativamente por el año ($p < 0,001$) y la estación ($p < 0,05$) de nacimiento y el tipo de parto ($p < 0,05$). En cuanto al IEP, fue afectado significativamente por el año ($p < 0,001$), la estación ($p < 0,001$) y el número de parto ($p < 0,05$). La tasa de mortalidad pre destete fue afectada significativamente por el año ($p < 0,001$) y el tipo de nacimiento ($p < 0,001$).

Palabras clave: Ovino - Carnero Djallonké - Intervalo entre partos - Reproductividad - Tamaño de la camada - Tasa de natalidad - Mortalidad - Togo.

Compte-rendu des 4^{es} « Rencontres recherches ruminants »

Paris, la Villette
4 et 5 décembre 1997

Organisées conjointement par l'INRA et l'Institut de l'élevage, les quatrièmes « Rencontres recherches ruminants » (3R) ont eu lieu, comme chaque année, au Centre des congrès de Paris la Villette les 4 et 5 décembre 1997. Le Comité d'organisation avait retenu sept thèmes, qui ont été présentés au cours de 10 séances et au travers de 65 communications orales, dont 18 de synthèse, et de 100 affiches. Ces thèmes étaient les suivants :

1. Maximiser l'utilisation des fourrages dans l'alimentation des animaux

La place de l'herbe et des fourrages grossiers dans les systèmes de production a été abordée dans une séance « systèmes fourragers ». Très divers, ces systèmes peuvent être regroupés en neuf classes homogènes suivant leur localisation géographique. Cette typologie a été le point de départ d'une réflexion globale sur l'équilibre des zones rurales et la préservation de l'environnement. Les exploitations laitières bretonnes ont été particularisées, au titre de système maximisant l'herbe pâturée permettant d'améliorer l'efficacité économique de l'alimentation. L'ingestion et la digestion des fourrages, ainsi que la valeur alimentaire des aliments et de la ration, ont été traitées au cours de trois autres séances.

2. Définir les nouveaux objectifs des programmes de sélection des reproducteurs

L'amélioration génétique en constante évolution dispose de nouveaux outils, mathématiques mais également biologiques, comme la possibilité de connaître des gènes intervenant dans les caractères de production. Les possibilités de nouvelles indexations ont été développées : indice de docilité en bovin viande, résistance aux maladies infectieuses ou parasitaires, longévité en bovins laitiers, résistance aux mammites, etc.

3. Diminuer le nombre de mammites

L'impact sur la lactation d'une vache laitière est de l'ordre de 800 à 900 kg de lait, quand il n'y a pas arrêt de la lactation, et d'un coût économique de 7,5 centimes par litre de lait produit. Les risques sur le consommateur ont été évoqués.

4. Mettre l'accent sur les particularités de l'élevage des cervidés

Il couvre en France de 2 à 6 p. 100 de la consommation de viande.

5 et 6. Réfléchir sur la qualité de la viande et du lait

La qualité de la viande bovine est très variable selon les individus dont elle provient. Les relations entre les qualités organoleptiques mesurables et les caractéristiques musculaires sont lâches, mais la tendreté dépendrait de la taille des fibres, et la flaveur de la teneur en lipides intramusculaires. La qualité hygiénique des laits est étudiée par l'analyse des individus excréteurs de bactéries toxiques par la mamelle et par rapport aux pratiques d'hygiène classiquement recommandées.

7. Caractériser et identifier la traçabilité des produits

Les contraintes assignées aux différents opérateurs sont fortes et nécessitent des logistiques importantes. La caractérisation des produits, déjà exigée par les consommateurs, sera vraisemblablement imposée rapidement par la législation. Les marqueurs génétiques peuvent apporter une garantie, mais la recherche peut aussi fournir un arsenal varié de mesures technologiques sur les produits qui peuvent aussi aider à cette fin.

Les textes correspondants sont réunis dans un ouvrage, tiré à 1 000 exemplaires, qui a été distribué aux participants au début des journées. Cet

ouvrage est inscrit dans les catalogues de vente des publications de l'INRA et de l'Institut de l'élevage. Les textes sont indexés par les principales bases de données bibliographiques internationales et interrogeables sur le web : <http://www.acta.asso.fr/3R/congres.html>

Parmi les 817 personnes qui ont participé à ces rencontres, 36 p. 100 étaient dans le domaine du développement agricole et de la santé, 32 p. 100 dans celui des structures de recherche et d'enseignement, 22 p. 100 dans celui du secteur industriel et coopératif, 6 p. 100 étaient des scientifiques étrangers francophones et dans les 4 p. 100 restants se trouvaient notamment des journalistes.

Une enquête d'évaluation auprès de ces participants a montré que pour une grande majorité d'entre eux le contenu scientifique des présentations répondait à leur attente.

Les thèmes qui seront développés lors des cinquièmes Rencontres ont été arrêtés. Les Journées s'articuleront autour des sujets suivants :

- nutrition minérale et azotée, impacts sur l'environnement et résidus dans les produits ;
- bâtiments d'élevage ;
- traite : de la cellule au tank ;
- génétique de la reproduction et des aptitudes maternelles ;
- insémination artificielle ;
- évolution de la politique agricole commune et développement durable en élevage.

Les appels à communication sont déjà envoyés. Toute proposition doit parvenir avant le 25 mars 1998 au secrétariat des Journées à l'Institut de l'élevage.

Patrice Grimaud
Cirad-emvt

Caractéristiques de l'œstrus chez les femelles N'Dama et Jersiaises au Sénégal après maîtrise du cycle sexuel par le norgestomet

P.E.H. Diop¹ L. Faye¹ R. Fall¹
O. Ly¹ A.M. Sow² M. Mbaye³
A. Fall⁴ A. Faye⁴ C. Boye³

Mots-clés

Bovin N'Dama - Bovin Jersiais - Cycle œstral - Progestérone - Synchronisation de l'œstrus - Détection de l'œstrus - Sénégal.

Résumé

Le but du présent travail a été d'étudier les paramètres chronologiques des chaleurs après maîtrise du cycle sexuel par l'implantation d'un progestagène de synthèse chez des vaches (*Bos taurus*) de race africaine (N'Dama, n = 91) et européenne (Jerseyaise, n = 31) au Sénégal. Deux lots de 91 vaches N'Dama et 31 Jerseyaises issues de 4 troupeaux différents et de conduites zootechniques distinctes ont été l'objet de tels traitements. Un implant sous-cutané de norgestomet a été posé pour une durée de 9 jours, en parallèle avec l'injection d'un analogue de prostaglandine F2 α , 2 jours avant le retrait. L'observation continue des chaleurs a débuté 24 h après le retrait des implants et s'est poursuivie pendant 48 h. Les résultats suivants ont été observés : les chaleurs avaient une tendance d'apparition nocturne chez les N'Dama et diurne chez les Jerseyaises ; chez les N'Dama et chez les Jerseyaises, le taux de synchronisation des chaleurs, défini par observation directe, était respectivement de 97,8 et 100 p. 100 ; l'intervalle moyen entre le retrait des implants et le début des chaleurs était respectivement de 36 et 35 h ; la durée des chaleurs était respectivement de 11 h 15 et 13 h, et 41,6 p. 100 des vaches, essentiellement les N'Dama, ont présenté des chaleurs anovulatoires. Les chaleurs étaient bien perceptibles à condition de les observer la nuit.

■ INTRODUCTION

Bien que la reproduction ne soit pas saisonnière chez l'espèce bovine, un regroupement naturel des naissances est souvent observé en saison des pluies, période de grande disponibilité fourragère (1, 4, 5). Ainsi l'alimentation est considérée comme facteur limitant

de tout programme de reproduction en saison sèche. Il devient alors nécessaire, pour une action de rationalisation et d'intensification des productions animales durant cette période, d'induire et de synchroniser les cycles sexuels. De nombreux essais ont été réalisés chez différentes races bovines en général et africaines en particulier (3, 6, 13, 14, 15, 16). Les objectifs du présent travail étaient de :

- préciser les paramètres chronologiques de l'induction et la synchronisation des chaleurs chez les vaches N'Dama et Jersiaises après traitement ;

- comparer ces caractéristiques chez les vaches N'Dama et Jersiaises en relation avec leurs conditions d'élevage.

1. Service de Chirurgie-Reproduction, EISMV, BP 5077, Dakar-Hann, Sénégal

2. Ferme SOCA, BP 8403, Dakar-Yoff, Sénégal

3. ISRA, BP 2057, Dakar-Hann, Sénégal

4. CRZ KOLDA, Sénégal

■ MATERIEL ET METHODES

Lieux d'expérimentation

Les essais ont été réalisés au Sénégal en saison sèche chaude dans deux zones écologiques différentes, la zone des Niayes dans la région de Dakar et la zone du Fouladou dans la région de Kolda.

Dans la zone des Niayes, les animaux de l'étude provenaient de deux fermes privées où l'alimentation et le suivi sanitaire des animaux étaient bien maîtrisés :

- la ferme de Sangalkam, avec une exploitation de type semi-intensif et des vaches N'Dama ;
- la ferme SOCA, de type industriel laitier exploitant uniquement des vaches Jersiaises.

Les femelles situées dans la zone du Fouladou étaient exclusivement de race N'Dama et étaient exploitées dans deux structures :

- le Centre de recherches zootechniques (CRZ) avec un élevage extensif amélioré ;
- les villages de N'Dangane et Saré Diarga constituant le milieu traditionnel extensif.

Sélection des animaux et constitution des lots

Les 122 vaches sélectionnées pour cette expérience étaient âgées d'au moins 15 mois. Elles n'étaient pas gravides et se trouvaient en période de post-partum de plus de 45 jours.

Leur répartition était la suivante :

- les Jersiaises, au nombre de 31, étaient âgées de 15 mois (génisses) à 6 ans. Leur poids moyen était de 280 kg ;
- les N'Dama, au nombre de 91, étaient âgées entre 8 et 13 ans. Leur poids moyen était de 225 kg.

La répartition des animaux figure dans le tableau I.

Traitement

Préparation des animaux

Tous les animaux ont fait l'objet de traitements antiparasitaires un mois avant l'expérience. L'ivermectine (IVOMECND) et la fluméthrine (BAYTICOLND) ont été utilisées.

Synchronisation des chaleurs

La synchronisation des chaleurs a été réalisée selon le schéma de la figure 1.

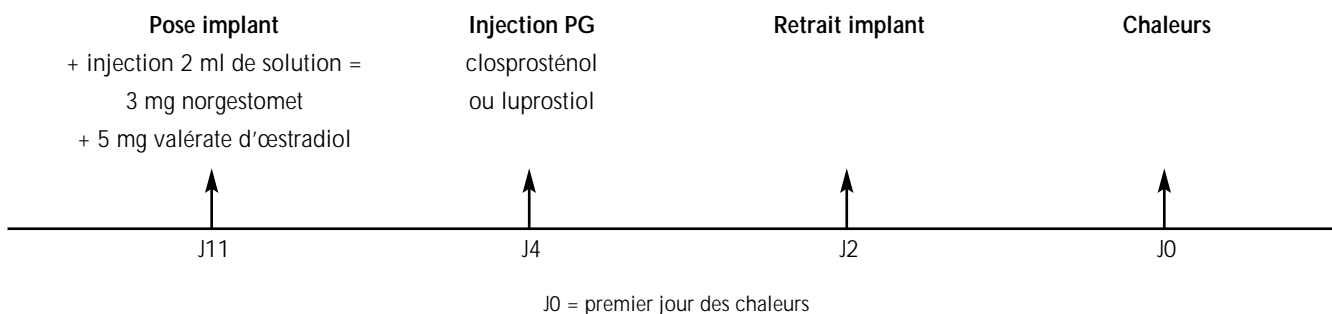


Figure 1 : protocole de synchronisation des chaleurs.

Critères des chaleurs

La détection des chaleurs a été réalisée selon la méthode d'observation directe. La surveillance de l'œstrus a été continue (24 h sur 24) ; elle a débuté un jour avant la date présumée des chaleurs soit 24 h après le retrait des implants. Elle a duré trois jours. L'acceptation du chevauchement est considérée comme signe majeur de chaleurs. En fonction des signes observés (fréquence de chevauchement, quantité de glaire émise, congestion des lèvres vulvaires), les chaleurs étaient qualifiées de très fortes, fortes, moyennes et faibles.

Dosage de la progestérone

Des prélèvements de sang ont été effectués à J7 et J15 après les chaleurs sur 15 Jersiaises et 21 N'Dama dont 14 à Sangalkam et 7 en milieu traditionnel. Le sang prélevé a été centrifugé à 5 000 tours/min pendant 10 min. Le plasma a ensuite été recueilli dans des tubes étiquetés puis congelé à -20 °C. La progestérone a été dosée par *radioimmunoassay* (RIA) avec les kits de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA). On considère que des vaches ayant eu à J7 ou J15 des taux de progestérone supérieurs à 1 ng/ml ont eu un corps jaune fonctionnel témoignant d'une ovulation antérieure.

Méthodes statistiques

Les résultats ont été analysés sur ordinateur IBM/XT/AT avec un logiciel SPSS Inc., 1986. Les méthodes utilisées étaient celles d'analyse descriptive et d'analyse de variance à un facteur avec un degré de signification égal à 5 p. 100.

Tableau I

Répartition des animaux en fonction de la race et des stations

Station	Race N'Dama	Race Jersey	%
Zone des Niayes			
SOCA		31	25,4
Sangalkam	25		20,5
Zone du Fouladou			
CRZ de Kolda	25		20,5
Milieu traditionnel	41		33,6
Total	91	31	100

■ RESULTATS

Taux des chaleurs observées après traitement

Le taux moyen de chaleurs observées au cours des 48 h après retrait de l'implant pour l'ensemble de l'effectif était de 98,4 p. 100 dont 100 p. 100 chez les Jersiaises et 97,8 p. 100 chez les N'Dama (n = 89). Seules deux vaches N'Dama en milieu traditionnel n'ont pas montré d'œstrus pendant les trois jours d'observation des chaleurs.

Délai entre le retrait des implants et le début des chaleurs

Le délai moyen observé était de 35 h et les variations individuelles étaient comprises entre 9 et 63 h chez les N'Dama. Chez les Jersiaises, le délai moyen était de 39 h avec des variations individuelles de 12 à 57 h. Les différences liées à la race ou au milieu n'étaient pas significatives (P < 0,008) (figure 2).

Moment des chaleurs dans le nyctémère

Les chaleurs sont apparues en moyenne entre 18 h et 6 h du matin, 1 jour et demi après le retrait des implants pour 75 p. 100 des vaches (89/120).

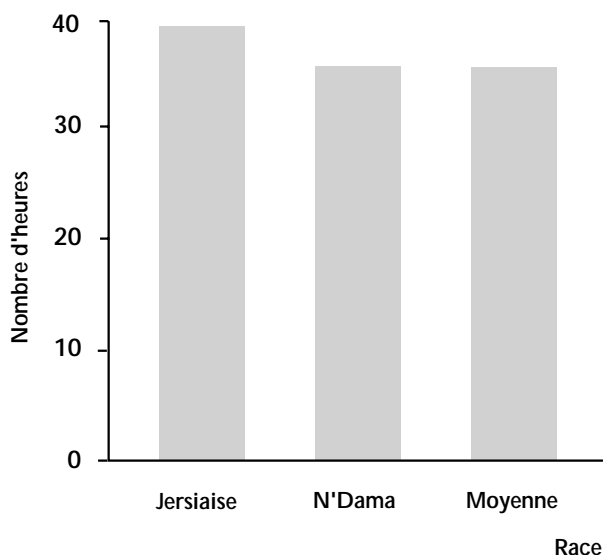


Figure 2 : délai moyen retrait implant - apparition des chaleurs selon la race.

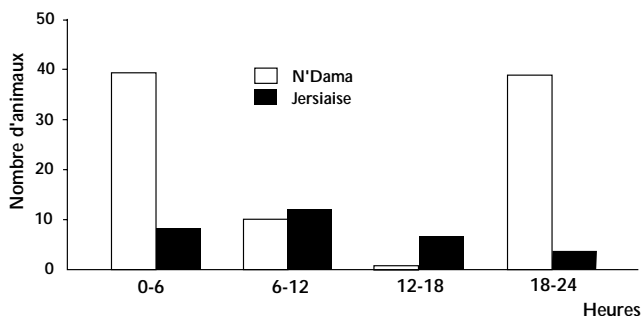


Figure 3 : moment d'apparition des chaleurs pendant le nyctémère selon la race.

Pour la grande majorité des N'Dama (86,5 p. 100) les chaleurs sont survenues pendant cette période, montrant le caractère nocturne de l'œstrus chez cette race. Par contre, chez les Jersiaises 61 p. 100 (19/31) des vaches ont débuté leurs chaleurs entre 6 et 18 h, d'où une tendance diurne de l'œstrus (figure 3). La différence observée entre les deux races était significative (P < 0,001).

Durée des chaleurs

La durée moyenne des chaleurs pour l'ensemble de l'effectif (figure 4) était de 11 h avec des extrêmes allant de 5 à 23 h. Chez les N'Dama, la moyenne était de 11 h (n = 89) avec des variations individuelles allant de 5 à 10 h.

Chez les Jersiaises, la durée était plus longue que chez les N'Dama (P < 0,001) avec une moyenne de 13 h (n = 31). Les variations allaient de 8 à 23 h.

L'effet milieu a montré une différence significative (P < 0,001) entre le milieu contrôlé (11 h) et le milieu traditionnel (10 h).

Intensité des chaleurs

La tendance moyenne de l'intensité des chaleurs était de moyenne à faible (76/120). Leur répartition est illustrée dans la figure 5.

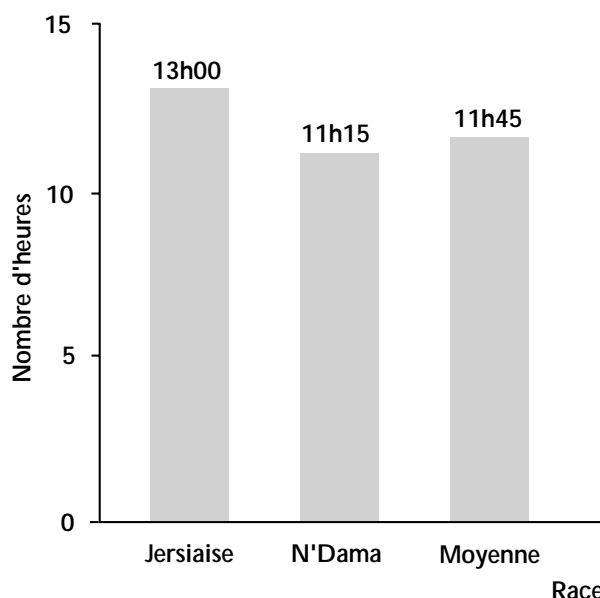


Figure 4 : durée moyenne des chaleurs (heures) selon la race.

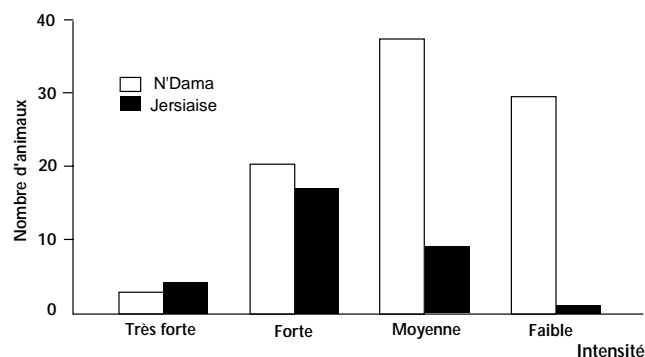


Figure 5 : distribution de l'intensité des chaleurs selon la race.

Chez les N'Dama, elle était de moyenne à faible (66/89), tandis que chez les Jersiaises, elle était de moyenne à forte (26/31). Cette intensité était significativement différente de celle des N'Dama ($P < 0,001$).

Profil de la progestérone

Sur l'ensemble des 36 vaches (21 N'Dama et 15 Jersiaises) soumises aux prélèvements sanguins, 21 (7 N'Dama et 14 Jersiaises) ont eu un taux de progestérone supérieur à 1 ng/ml. La concentration moyenne obtenue était de 7,31 ng/ml. Cette moyenne était de 5 ng/ml chez les N'Dama et 10,05 ng/ml chez les Jersiaises.

Une seule vache en milieu traditionnel (la race N'Dama) a eu un taux de progestérone supérieur à 1 ng/ml. Cette faible incidence illustre l'influence du milieu sur ce caractère. La dispersion des résultats des vaches n'a mis en évidence aucune différence significative entre les différentes races.

■ DISCUSSION

Le taux moyen de synchronisation des chaleurs de 98 p. 100 est comparable à celui de Parez et coll. (12) chez la vache Holstein, suite à l'utilisation du même traitement (97,5 p. 100). Si l'effet race montre une meilleure réponse des Jersiaises (100 p. 100) par rapport aux N'Dama (97,8 p. 100), la différence constatée n'est cependant pas significative. La différence de milieu ne montre pas non plus de différence significative sur ce paramètre. Aussi, la méthode utilisée est tout aussi efficace chez les N'Dama que chez les Jersiaises, sans interférence de la nature du milieu d'élevage.

Les chaleurs sont apparues en moyenne 36 h après le retrait de l'implant soit un intervalle plus court que celui rapporté en Europe par Parez et coll. (12). Cela se traduit par une apparition précoce des chaleurs. Par ailleurs, les effets race et milieu n'ont montré aucune différence significative ($P < 0,008$). Les résultats de cette étude confirment le caractère nocturne des chaleurs chez les N'Dama. Coulomb (3) et Diouf (7) ont fait les mêmes observations chez cette race, ainsi que Chicoteau chez une race voisine, la Baoulé (1).

Par contre, la majorité des Jersiaises (61 p. 100) ont présenté des chaleurs diurnes. Il est à noter que durant la période de l'expérimentation, le climat de la région des Niayes était doux, contrairement à la région de Kolda où il faisait chaud.

La durée des chaleurs a fait ressortir une différence significative ($P < 0,001$) entre les N'Dama (11 h) et les Jersiaises (13 h). Ceci confirme la brièveté des chaleurs des bovins tropicaux constatée par Pagot (11), le MFCD (9) et Chicoteau (1). L'effet du milieu renforce l'effet de la race. En effet, toutes les stations abritant des femelles N'Dama affichent des durées moyennes de chaleurs de 10-11 h, contrairement à la SOCA qui abrite exclusivement des Jersiaises (13 h).

L'intensité générale des chaleurs était moyenne à faible. Cependant, elle était plus forte chez les Jersiaises ($P < 0,001$) que chez les N'Dama. Chez ces dernières, l'intensité des chaleurs était plus nette la nuit. Cette observation concorde avec celles de Diouf chez les N'Dama (7), Ouedraogo (10) et Chicoteau (1) chez les Baoulés. Ce dernier auteur constate que le comportement sexuel est mieux extériorisé durant les heures les moins chaudes et, durant cette expérience, les heures les moins chaudes ont été observées la nuit à Kolda.

En outre, l'effet milieu a montré une intensité des chaleurs significativement plus forte ($P < 0,001$) en milieu contrôlé qu'en milieu traditionnel.

En effet, les intensités les plus faibles ont été observées à Saré Diarga où les vaches étaient exclusivement nourries au pâturage de qualité moyenne. Ainsi le facteur alimentaire pourrait expliquer l'expression des chaleurs des vaches, amenant Diop et coll. (6) et Chicoteau (2) à placer la mauvaise gestion de l'alimentation au premier rang des troubles de la reproduction.

Si l'on considère qu'au cours d'un cycle sexuel une chaleur est supposée ovulatoire lorsque le taux de P_4 est supérieur à 1 ng/ml entre J7 et J17, les résultats de cette étude montrent que 41,66 p. 100 des vaches, dont 93,3 p. 100 étaient des N'Dama, n'entraient pas dans cette catégorie. Ces taux de non ovulation ou de non développement de corps jaune étaient très élevés. Leur répartition montre que 43 p. 100 (6/14) appartenaient au milieu traditionnel et plus précisément à Saré Diarga où le pâturage était de qualité insuffisante. La sous-nutrition globale pourrait expliquer une telle situation, peut-être en liaison avec une sécrétion insuffisante d'hormones gonadotropes.

■ CONCLUSION

L'étude sur les caractéristiques des chaleurs après traitement au norgestomet montre que ce dernier est capable d'induire et de synchroniser les chaleurs aussi bien chez les Jersiaises que chez les N'Dama.

Les chaleurs sont bien perceptibles à condition de les observer la nuit. Cependant les résultats révèlent un taux élevé de chaleurs anovulatoires chez les N'Dama, ce qui peut compromettre un programme maîtrisé de la reproduction.

Remerciements

Les auteurs remercient le laboratoire INTERVET pour les échantillons offerts, le réseau Biotechnologies animales de l'UREF pour avoir financé ce travail, les Directeurs du CRZ de Kolda, de la SOCA et de Niacoulab pour les facilités logistiques.

BIBLIOGRAPHIE

1. CHICOTEAU P., 1989. Adaptation physiologique de la fonction sexuelle des bovins Baoulés en milieu tropical sud soudanéen. Thèse doct. Science, Université Paris XII, Paris, France, 174 p.
2. CHICOTEAU P., 1991. Reproduction des bovins tropicaux. *Recl Méd. vét.*, **167** : 241-247.
3. COULOMB J., 1976. La race N'Dama : quelques caractéristiques zootechniques. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **29** : 367-380.
4. CUO P., AGBA K.M., 1975. Les organes génitaux de la femelle Zébu. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **28** : 331-403.
5. DIOP P.E.H., FAYE L., FALL R., LY O.K., MBAYE M., FALL A., FAYE A., BOYE C., 1994. Maîtrise du cycle sexuel chez la femelle N'Dama par le norgestomet (CRESTAR ND), tome 39, n° 2. Dakar, Sénégal, Dakar Médical, p. 129-134.
6. DIOP P.E.H., LAMOTHE P., ALLAIRE F., BOUSQUET D., PICARD L., DERI M., SAWADOGO G., ASSANE M., SERE A., 1989. Le transfert d'embryons au Sénégal : résultats préliminaires. In : Proc. Symp. int. Réseau africain des Biosciences, Yamoussokro, Côte d'Ivoire, 25-29 janvier 1989, p. 371-375.
7. DIOUF M.N., 1991. Endocrinologie sexuelle chez la femelle N'Dama au Sénégal. Thèse Méd. vét., EISMV, Dakar, Sénégal, 121 p. (n° 31)

8. MEYER C., YESSO P., 1990. Maîtrise de l'œstrus chez les bovins (trypanotolérants) N'Dama et Baoulé. Maisons-Alfort, France, CIRAD-IEMVT, p. 53-54.
9. MINISTÈRE FRANÇAIS DE LA COOPÉRATION ET DU DÉVELOPPEMENT, 1991. Mémento de l'agronome, 4^e éd. Paris, France, Ministère français de la coopération et du développement, 1635 p. (Coll. Techniques rurales en Afrique)
10. OUEDRAOGO A., 1989. Contribution à l'étude de la synchronisation des chaleurs chez la femelle Baoulé (*Bos taurus*) au Burkina Faso. Thèse Méd. vét., EISMV, Dakar, Sénégal, 117 p. (n° 4)
11. PAGOT J., 1985. L'Élevage en pays tropicaux. Paris, France, Maisonneuve et Larose, 526 p. (Coll. Techniques agricoles et productions tropicales)
12. PAREZ V., AGUER D., FLORIN B., HUMBLLOT P., 1991. Utilisation d'un progestagène de synthèse pour la synchronisation des génisses laitières receveuses en transfert d'embryons. *Elev. Insém.*, **242** : 15-22.
13. TEGENE A., WARNICK A.G., MUKASA-MUGERWA E., KETEMA A., 1988. Fertility of *Bos indicus* and *Bos indicus* + *Bos taurus* cross breed cattle after estrus synchronization. *Theriogenologie*, **31**: 361-366.
14. THIAM M.M., 1989. Actualités sur la maîtrise du cycle sexuel chez la femelle Zébu (*Bos indicus*) en Afrique. Thèse Méd. vét., EISMV, Dakar, Sénégal. (n° 14)
15. TRAORE E., 1990. Endocrinologie et efficacité de 2 types de prostaglandines : le fenprostalène et le dinoprost chez la femelle Zébu Gobra au Sénégal. Thèse Méd. vét., EISMV, Dakar, Sénégal. (n° 35)
16. TWAGIRAMUNGU H., GUILBAULT L.A., VILLENEUVE P., PROULX J., DUFOUR J.J., 1993. Récents développements dans la synchronisation de l'œstrus et la fertilité en insémination artificielle bovine. In : Maîtrise de la reproduction et amélioration génétique des ruminants. Dakar, Sénégal, Nouvelles Editions Africaines, p. 39-56. (Coll. Actualités scientifiques de l'UREF)

Reçu le 3.8.94, accepté le 8.1.98

Summary

Diop P.E.H., Faye L., Fall R., Ly O., Sow A.M., Mbaye M., Fall A., Faye A., Boye C. Estrus traits in N'Dama and Jersey cows in Senegal after estrus control by norgestomet

The aim of the present work was to study in Senegal heat chronological parameters following estrus control *via* a synthesis progestational hormone implant in cows (*Bos taurus*) of African and European breeds, N'Dama (n = 91) and Jersey (n = 31), respectively. The experiment concerned two groups of 91 N'Dama and 31 Jersey cows originating from 4 different herds with different breeding systems. A subcutaneous implant was inserted for a 9-day period, and an injection of a prostaglandin analog F2 α was given two days prior to implant removal. Heats were under continuous observation 24h after implant removal and during the following 48h. The observed results in N'Damas and Jerseys, respectively, were: 1) the onset of heat tended to occur at night and during daytime ; 2) the estrus synchronization rate defined by direct observation was 97.8 and 100%; 3) the mean interval between implant removal and onset of heat was 36 and 35h; 4) heat duration was 11h15 and 13h. Moreover, 41.6% cows (mainly N'Damas) showed heats without ovulation. Heats were quite discernible when observed at night.

Key words: N'Dama cattle - Jersey cattle - Estrus cycle - Progesterone - Estrus synchronization - Estrus detection - Senegal .

Resumen

Diop P.E.H., Faye L., Fall R., Ly O., Sow A.M., Mbaye M., Fall A., Faye A., Boye C. Características del estro en las hembras N'Dama y Jersey en Senegal después del ciclo sexual por norgestomet

El objetivo del presente trabajo es el de estudiar los parámetros cronológicos de los calores, después de la manipulación del ciclo sexual mediante la implantación de un progestágeno sintético en las vacas (*Bos taurus*) de raza africana (N'Dama, n = 91) y europea (Jersey, n = 31) en Senegal. Los tratamientos se aplicaron a dos lotes de 91 vacas N'Dama y 31 Jersey, originarias de 4 hatos distintos y con diferentes prácticas zootécnicas. Consistieron en la implantación de un implante sub cutáneo de norgestomet, durante 9 días, asociado con la inyección de un análogo de la prostaglandina F2 α , 2 días antes de retirar el primero. La observación continua de los calores comenzó 24 h después del retiro de los implantes y se siguió durante 48 h. Se observaron los siguientes resultados: los calores presentaron una tendencia de aparición nocturna en las N'Dama y diurna en las Jersey; en las N'Dama y en las Jersey, la tasa de sincronización de los calores, definida mediante observación directa, fue respectivamente de 97,8% y de 100%; el intervalo medio entre el retiro de los implantes y el inicio de los calores fue respectivamente de 36 h y 35 h; la duración de los calores fue respectivamente de 11h15 y de 13 h, y 41,6% de las vacas, principalmente N'Dama, presentaron celos anovulatorios. Los calores directos fueron bien perceptibles, con la condición de observarlos durante la noche.

Palabras clave: Ganado bovino N'Dama - Ganado bovino Jersey - Ciclo estral - Progesterona - Sincronización del celo - Detección del estro - Senegal.

Relations saisonnières entre l'activité de la monoamine-oxydase sérique et la cuprémie chez le bouc Angora (*Capra hircus*)

A. Altintas¹ S. Celik¹ M.Z. Cevik²

Mots-clés

Caprin - Chèvre Angora - Bouc - Cuivre - Amine-oxydase - Sérum sanguin - Variation saisonnière - Turquie.

Résumé

L'activité de la monoamine-oxydase (MAO) et la teneur en cuivre sérique ont été déterminées et les variations saisonnières étudiées chez 25 boucs Angora sains âgés de 18-24 mois et élevés dans les conditions habituelles d'alimentation et d'hygiène. L'analyse de variance a permis de montrer que les activités saisonnières de la MAO étaient très variables. Les valeurs moyennes, exprimées en unités de Mc Ewen, étaient de $687,0 \pm 16,25$ au printemps, de $558,0 \pm 37,00$ en été, de $464,7 \pm 18,80$ en automne et de $595,2 \pm 11,0$ en hiver. Ces valeurs étaient significativement différentes. La cuprémie a pu être considérée comme « normale » en toutes saisons, à l'exception d'un animal en automne et de deux animaux en hiver et au printemps. La cuprémie observée en hiver, printemps et automne était significativement inférieure à celle de l'été ($p < 0,01$). Les valeurs moyennes étaient de $72,50 \pm 5,00$ µg/100 ml au printemps, de $90,40 \pm 4,20$ µg/100 ml en été, de $63,40 \pm 1,80$ µg/100 ml en automne et de $71,62 \pm 3,90$ µg/100 ml en hiver. Chez les boucs Angora, la corrélation entre les activités de MAO sérique et la cuprémie était variable selon les saisons. Elle était significativement négative en hiver ($p < 0,05$). Aucune corrélation n'a été observée pour les autres saisons.

■ INTRODUCTION

La chèvre Angora (*Capra hircus*), dont le pays natal est la Turquie (Ankara) (15), est élevée pour sa viande, son lait et surtout pour son mohair dans le monde entier (15, 31). La production de mohair est une activité économique potentiellement importante en Turquie (15). La variabilité de la production de mohair est en relation avec les niveaux d'alimentation et le potentiel génétique des animaux (9). La production est influencée par la carence en cuivre (17, 18). Le cuivre participe en effet à de nombreux processus enzymatiques comme la tyrosinase et la monoamine-oxydase qui jouent un rôle dans la construction des fibres (11).

La monoamine-oxydase (MAO ; EC 1.4.3.4) joue un rôle dans la destruction des amines à haute activité biologique : parmi les substrats les plus importants sur lesquels elle intervient se trouvent la

tyramine, la tryptamine, la sérotonine, la dopamine, l'adrénaline et la noradrénaline. Elle a ainsi une action sur les neuromédiateurs du système nerveux central (34).

On la trouve essentiellement dans le plasma et les mitochondries de nombreux tissus comme le foie, les reins, le cœur, les muscles, le cerveau, la peau, les cartilages, les tendons, l'aorte, etc. (34). La MAO sérique est différente de la mitochondriale (4, 6, 8, 23). Pourtant, elle est considérée comme un isoenzyme de la MAO mitochondriale (28). Les altérations des activités enzymatiques concernant le cuivre, comme la MAO, sont associées à des troubles mitochondriaux (30).

Pour la MAO sérique de l'homme, le substrat spécial est la benzylamine (24). En utilisant le même substrat, les activités de MAO sérique chez les ruminants et les non-ruminants ont été déterminées (3, 4, 6). Chez ces derniers les valeurs sont moins élevées que chez les ruminants. Les désaminations y sont nombreuses du fait du grand volume du système digestif des bovins (6).

Le cuivre est un composant de la MAO chez les bovins (33). Plusieurs auteurs ont observé une corrélation positive entre la monoamine-oxydasémie et la cuprémie chez les ovins et les porcs (7, 25). La chèvre est souvent considérée globalement avec les ovins

1. Département de Biochimie, Faculté de Médecine vétérinaire, Université d'Ankara, 06110 Ankara, Turquie

Fax : + 90 312 316 44 72

e-mail : altintas@veterinary.ankara.edu.tr

2. Ministère de l'Agriculture, Direction des Relations extérieures et Direction de l'Association européenne, Ankara, Turquie

(12). Pourtant, il existe des différences métaboliques entre ces deux espèces (16). L'influence de la saison sur les différents paramètres sanguins est en général plus grande que celles des autres facteurs (19) dans le contexte des systèmes fortement liés aux ressources naturelles.

Dans ce travail, les auteurs ont d'abord envisagé de déterminer la cuprémie et la monoamine-oxydasémie chez le bouc Angora et d'étudier ensuite les variations saisonnières des corrélations.

■ MATERIEL ET METHODES

Dans la ferme d'Etat de Lalahan-Ankara, 25 boucs Angora sains âgés de 18-24 mois ont été retenus pour l'essai. Les animaux étaient élevés dans des conditions habituelles d'alimentation (tableau I) et d'hygiène. Ils étaient déparasités deux fois par an et vaccinés contre l'entérotaxémie. Ils étaient abreuvés *ad libitum*. Pendant toute la durée de l'essai, les sujets ont été soumis à une observation constante ; aucun d'eux n'a présenté de signe pathologique.

Prélèvements

Les prélèvements de sang ont été effectués par ponction de la veine jugulaire externe, avec des aiguilles inoxydables. Le sang a été collecté dans des tubes plastiques chimiquement propres et secs. Les prélèvements ont été effectués à chacune des quatre saisons (les 18 octobre, 27 décembre, 7 avril et 30 juin).

Analyses de laboratoire

Le cuivre sérique a été évalué par spectrophotométrie d'absorption atomique (AA-680 Shimadzu) à 324,8 nm (27) sur des prélèvements ni contaminés ni hémolysés, ce qui a imposé certaines précautions. Les résultats ont été obtenus par comparaison avec une gamme d'étalons et exprimés en µg/100 ml de sérum.

Le dosage de la MAO sérique a été effectué par la technique de Mc Ewen et Cohen (24), utilisant de la benzylamine comme substrat dans un tampon de phosphate à 0,2 M et à pH 7,2. L'unité clinique (Unité Mc Ewen) était égale à 0,01DO à 242 nm (37 °C) (Shimadzu-UV-1202 Spectrophotometer). Pour chaque dosage, les essais à blanc convenables ont été appliqués concurrentement.

Analyse statistique

Les données ont été traitées par analyse de variance de Friedman et à l'aide du test des moyennes de Wilcoxon pour déterminer les éventuels effets de la saison (26).

Tableau I

Composition de la ration administrée aux animaux et complémentation minérale distribuée au pâturage entre les mois de mai et de novembre

Orge	555 kg
Son	255 kg
Tourteau d'hélianthe	150 kg
Poudre de marbre	20 kg
Sel	15 kg
Mélange (vitamine et minéral)	5 kg
Total	1 000 kg
Vitamines - Minéraux pour 5 kg de mélange	
Vitamine A	4 000 000 UI
Vitamine D ₃	400 000 UI
Vitamine E	5 g
Se	1 g
Co	0,2 g
I	0,4 g
Cu	5 g
Zn	25 g
Mn	20 g
Fe	25 g
Mg	200 g
P	300 g
Ca	1 150 g

■ RESULTATS ET DISCUSSION

Des différences saisonnières significatives de l'activité de MAO ont été observées chez les boucs Angora (tableau II). En revanche, aucune différence entre les activités de MAO en hiver et en été n'a été observée. La valeur moyenne était plus élevée au printemps ($687,0 \pm 16,25$ unités) et plus basse en automne ($464,7 \pm 18,80$ unités).

En toutes saisons, les activités de MAO sérique observées dans l'échantillon de cette étude étaient significativement inférieures à celles des caprins indiens relevées par Bhatia et Dwaraknath ($6 699,7 \pm 367,4$) (6). Cette différence peut provenir de facteurs tels que l'âge, la race, le climat et la région (29). Mais, l'absence d'une autre référence a limité la discussion. Ces chiffres déterminés par les auteurs, peuvent être considérés comme des valeurs normales pour la chèvre Angora en Turquie et les valeurs élevées peuvent être interprétées par des troubles mitochondriaux (30).

Tableau II

Valeurs moyennes saisonnières et corrélations de MAO-Cu sérique

Saison	MAO (Unité Mc Ewen)			Cu (µg/100 ml)			Corrélation de MAO-Cu
	n	x	Sx	n	x	Sx	
Automne	25	464,7 ^c	18,80	25	63,40 ^a	1,80	+0,036
Hiver	25	595,2 ^b	11,00	25	71,62 ^a	3,90	-0,400*
Printemps	24	687,0 ^a	16,25	24	72,50 ^a	5,00	-0,269
Été	25	558,0 ^b	37,00	25	90,40 ^b	4,20	-0,177

* différence significative : $p < 0,05$

a, b, c : indiquent des valeurs significativement différentes sur une même colonne

Le mohair assure approximativement 85 p. 100 du salaire dans l'industrie de la chèvre Angora. Un poil de mohair long et mince a une grande valeur économique. Or, la variabilité de la production de mohair est aussi en relation avec les niveaux d'alimentation (9). Cette variabilité est surtout constatée chez les chevreaux insuffisamment alimentés. Une telle situation est considérée comme un stress nutritif (9, 15). Les valeurs de MAO sérique peuvent être utilisées comme un indicateur pour contrôler cette situation de stress.

Les valeurs moyennes du Cu en hiver et au printemps étaient légèrement supérieures à celles enregistrées en automne. Mais la différence était non significative. Par contre, celles des trois saisons non estivales étaient significativement inférieures à celle de l'été ($p < 0,01$). C'était évidemment l'effet de la complémentation minérale (mai-novembre) qui contenait une part de cuivre.

Le seuil de carence adopté varie selon les auteurs de 50 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ (2, 14) à 70 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ (32) et 80 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ (13). En France, la limite en dessous de laquelle l'animal est considéré comme carencé est de 70 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ (5, 22). Il n'y a aucune publication officielle dans ce domaine en Turquie.

Les valeurs normales, chez les ovins (32) et les caprins (13), sont comprises entre 80-20 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ et entre 58-160 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ (21). Chez la chèvre, le seuil de carence est considéré vers 7,8 $\mu\text{mol/l}$ ou environ 50 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ (14), 70 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ (12) et 80 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ (13).

Le nombre d'animaux hypocuprémiques au cours des différentes saisons varie selon le seuil de carence retenu par divers auteurs (2, 12, 13, 14, 21, 32).

Aucun symptôme de déficience cuprique n'a cependant été observé chez les animaux pendant toute la durée de l'essai. Chez les bovins et les caprins, l'expression clinique de l'état de carence en cuivre reste le plus souvent frustré (12). Les symptômes cliniques de l'état de carence en cuivre ne s'observent en fait chez la chèvre gravide ou chez les chevreaux qu'en cas de cuprémie nettement inférieure à ces valeurs. Selon Gabrashanski et Nedkova (14), les symptômes cliniques de la maladie sont observés chez le mouton et la chèvre gravide lors de cuprémie inférieure à 7,8 $\mu\text{mol/l}$ (environ 50 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$) et généralement entre 3,0 et 4,7 $\mu\text{mol/l}$ (approximativement 19-30 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$), et la forme aiguë de la maladie est observée particulièrement en hiver et au début de l'automne. Dans cette étude, une cuprémie relativement faible a également été observée en hiver et en automne qui constituent donc des saisons à risque.

Bellanger (5) indique que la cuprémie des bovins est maximale en automne et diminue en hiver pour atteindre une valeur minimale au printemps. Sur des brebis, Butler et Barlow (10), relèvent un minimum en février et un retour à la normale dès le mois de mai.

Dans cette étude, le cuivre dans le fourrage a été évalué à 8,7 $\mu\text{g/g}$ en été. Cette valeur est supérieure à la limite de carence, généralement admise à 7 $\mu\text{g/g}$ (12, 13). Ademosun et coll. (1) citent les limites qui, selon Lamand, varient de 7 à 10 mg Cu/kg de matière sèche. D'après Haenlein (17) et Gabrashanski et Nedkova (14) cette valeur est respectivement de 10 et 8-11 mg Cu/kg MS. Bien entendu, ces teneurs sont influencées par les interactions du cuivre avec les autres éléments, notamment le soufre et le molybdène (13, 20). Il existe un antagonisme physiologique entre le cuivre et le molybdène (14). Le soufre, associé au molybdène, contribue à la constitution, dans le tractus digestif des animaux, de thiomolybdate de cuivre inassimilable, provoquant ainsi une carence cuprique secondaire (13).

Par ailleurs, la régulation du cuivre plasmatique dépend non seulement des apports dans la ration mais aussi de l'état du stockage hépatique de cet élément (11).

Les observations de cette étude sur les variations saisonnières de la cuprémie se conforment donc en partie aux données de la littérature. Ces variations saisonnières ne sont que le reflet des niveaux du cuivre alimentaire.

La corrélation entre l'activité de MAO et la cuprémie était variable selon les saisons (tableau II et figure 1), mais était non significative, sauf en hiver. Il faut toutefois analyser ce dernier résultat avec précaution : la corrélation négative observée en hiver peut être due à un biais mathématique, la force de la corrélation étant due à quelques points s'écartant fortement des valeurs moyennes. Dans la littérature concernant les ovins (25), les bovins (33) ou le porc (7), les corrélations sont positives. En effet, les amines-oxydases sériques sont considérées comme des enzymes contenant au moins un des trois groupes prosthétiques (cuivre, phosphate pyridoxal et flavine adénine dinucléotide) pour l'activité enzymatique (34). Enfin, l'activité enzymatique ne peut être étroitement liée au cuivre chez le bouc.

CONCLUSION

Quelques hypocuprémies ont été observées chez les boucs dans la ferme d'Etat de Lalahan-Ankara en Turquie. Ces animaux n'ont cependant présenté aucun symptôme de déficience cuprique. La fréquence des valeurs inférieures au seuil de carence en cuivre paraît peu élevée. Dans des conditions d'élevage extensif, les déséquilibres minéraux peuvent survenir chez les animaux. Il paraît donc nécessaire de proposer une complémentation en cuivre de la ration, notamment en automne et en hiver, d'autant plus qu'une carence probable en cuivre chez la chèvre Angora affecte en premier lieu la qualité de la production de mohair. La complémentation cuprique par voie orale ou parentérale permet de rétablir la teneur en cuivre sérique à des niveaux normaux.

La corrélation entre l'activité de MAO et la cuprémie était variable mais non significative selon les saisons. Il semble donc que l'activité de MAO ne soit pas étroitement liée au cuivre chez le bouc. Ainsi, pour permettre une interprétation valable, les résultats analytiques doivent être jugés sur plusieurs prélèvements effectués pendant chacune des quatre saisons. Il apparaît donc nécessaire que des études nouvelles soient mises en œuvre.

Remerciements

Nous remercions vivement Bernard Faye, CIRAD-EMVT, pour la mise au point du manuscrit.

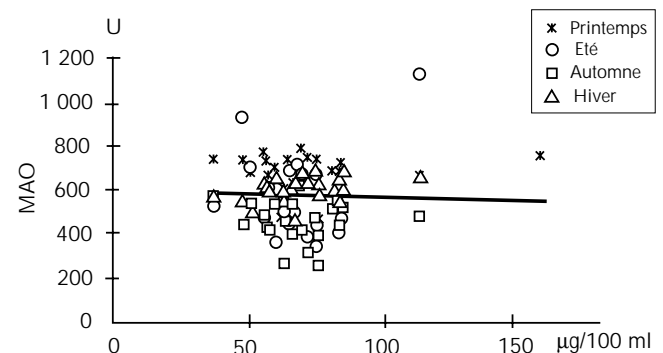


Figure 1: corrélations saisonnières entre l'activité de MAO sérique et la cuprémie.

BIBLIOGRAPHIE

1. ADEMOSUN A.A., BOSMAN H.G., HAENLEIN G.F.W., ADEBOWALE E.A., 1992. Recent advances in nutrient requirements of goats. In: Pre-conf. Proc. of Vth int. Conf. Goats, New Delhi, India, March 1992, Invited papers, vol. II, part I, p. 183-194.
2. ALEXANDER G.I., HARVEY J.M., 1957. A survey of the incidence of copper deficiency in dairy cattle in coastal Queensland, south of Brisbane. *Queensland J. Agric. Res.*, **18**: 169-181.
3. ALTINTAS A., 1983. Recherches sur les niveaux du lactate sanguin et les activités de la monoamine oxydase du sérum chez les chevaux sains et atteints de colique. *A.U. Vet. Fak. Derg.*, **30** : 639-651.
4. ALTINTAS A., CELIK S., FIDANCI U.R., BIYIKOGLU G., SAHILLIOGLU H., 1997. MAO, total protein, uric acid and orotic acid values of the serum and CSF samples and CSF pressure in the lambs infected with *Coenurus cerebralis*. *Tr. J. vet. Anim. Sci.*, **21**: 47-52.
5. BELLANGER J., 1968. Relation entre les taux de cuivre sanguin, hépatique et pileire chez 250 bovins d'abattoirs. *Ann. Rech. vét.*, **1** : 127-139.
6. BHATIA J.S., DWARAKNATH P.K., 1976. Plasma monoamine oxidase levels in mammals. *Ind. J. Physiol. Pharmacol.*, **20**: 245-247.
7. BLASCHKO H., BUFFONI F., WEISMAN N., CARNES W.H., COULSON W.F., 1965. The amine oxidase of pig plasma in copper deficiency. *Biochem. J.*, **96**: 4c-5c.
8. BORTHAKUR P.C., 1972. Monoamine oxidase (MAO) activity in human serum. *Ind. J. Physiol. Pharmac.*, **16**: 345-348.
9. BRETZLAFF K., HAENLEIN G., HUSTON E.D., 1991. The goat industry : Feeding for optimal production. In: Naylor J.M., Ralston S.L. Eds., Large animal clinical nutrition, section C: Goats. Boston, Mass., USA, London, UK, Mosby, p. 339-350.
10. BUTLER E.J., BARLOW R.M., 1963. Factors influencing the blood and plasma copper levels of sheep in swayback flocks. *J. comp. Pathol. Therap.*, **73**: 107-118.
11. CHACORNAC A., 1980. Le rôle biologique du cuivre chez les ruminants : les relations sol-plante-animal. Thèse doct., Ecole nationale vétérinaire, Lyon, France. (N° 3)
12. FAYE B., GRILLET C., 1984. La carence en cuivre chez les ruminants domestiques de la région d'Awash (Ethiopie). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **37** : 42-60.
13. FAYE B., KAMIL M., LABONNE M., 1990. Teneur en oligo-éléments dans les fourrages et le plasma des ruminants domestiques en République de Djibouti. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **43** : 365-373.
14. GABRASHANSKI P., NEDKOVA L., 1991. Disorders of trace element metabolism. Metabolic disorders and their prevention in farm animals. In: Vrzgula L. ed., Developments in animal and veterinary sciences. Amsterdam, The Netherlands, Elsevier, p. 145 and 161.
15. GONCAGUL T., 1993. Ankara Keçisi. Tarym ve Köy Isleri Bakanligi Dergisi. Ankara, Türkiye, Bakanlyk Yayynevi, p. 86.
16. HAENLEIN G.F.W., 1980. Goats. Are they physiologically different from other domestic food animals? *Int. Goat Sheep Res.*, **1**: 173-175.
17. HAENLEIN G.F.W., 1987. Mineral and vitamin requirements and deficiencies. In: Proc. IVth int. Conf. Goats, Brasilia, Brazil, March 8-13, 1987, p. 1249-1266.
18. HAENLEIN G.F.W., 1991. Dietary nutrient allowances for goats and sheep. *Feedstuffs Ref. Issue*, **63**: 78-81.
19. HARUN M., PEREIRA C.L., HALAR P., TOMO P., BAGASSE P., MABASSO M., OTTO F., BOGIN E., 1996. Blood profile in Mozambican cattle and goats. Influence of season and physiological condition. In: VIIIth int. Symp. vet. Lab. Diagn., Jerusalem, Israel, August 4-8, 1996.
20. HUTCHESON D.P., 1987. Minerals for Feedlot cattle. *Agri-Practice-Bovine Nutr.*, **8**: 3-6.
21. KANEKO J.J., 1980. Clinical biochemistry of domestic animals, 3rd ed. Orlando, Florida, USA, Academic press, p. 792.
22. LAMAND M., 1979. Le diagnostic des carences en oligoéléments. L'analyse de sol ou de la plante. *Bull. tech. CRZV Theix*, n° 43 : 27-36.
23. MC EWEN C.M., 1965. Human plasma monoamine oxidase. I. Purification and identification. *J. Biol. Chem.*, **240**: 2003-2018.
24. MC EWEN C.M., COHEN J.D., 1963. An amine oxidase in normal human serum. *J. Lab. clin. Med.*, **62**: 766-770.
25. MILLS C.F., DALGADRO A.C., WILLIAMS R.B., 1966. Monoamine oxydase in ovine plasma of normal and low copper content. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, **24**: 537-540.
26. MILTON S.J., 1992. Statistical methods in the biological and health sciences. Singapore, Mc Graw-Hill International.
27. MOFFAT A.C., JACKSON J.V., MOSS M.S., WIDDOP B., 1986. Clarke's isolation and identification of drugs. In: Pharmaceuticals, body fluids and post-mortem material, 2nd ed. London, UK, The Pharmaceutical Press, p. 59.
28. NILSSON S.E., TRYDING N., TUFVESSON G., 1968. Serum monoamine oxidase (MAO) in diabetes mellitus and some other internal diseases. *Acta Med. scand.*, **184**: 105-108.
29. ROBINSON D.S., DAVIS J.M., NIES A., COLBURN R.W., DAVIS J.N., BOURNE H.R., BUNNEY W.E., SHAW D.M., COPPEN A.J., 1972. Ageing, monoamines, and monoamine-oxidase levels. *The Lancet*, **5**: 290-291.
30. SEO H., XIE B., WANG S., YOSHIKAWA H., OYAMADA T., YOSHIKAWA T., 1996. Ultrastructure of hepatocytes in copper-deficient Sika deer (*Cervus nippon* Temminck). *J. Comp. Pathol. (England)*, **114**: 283-290.
31. SOLAIMAN S.G., CASTALDO D.J., 1994. Feeding programmes for goats. In: Feed International, Chicago, USA, May 1994, p. 30-37.
32. UNDERWOOD E.J., 1977. Trace elements in human and animal nutrition. New York, USA, Academic Press.
33. YAMADA H., YASUNOBU K.T., 1962. Monoamine oxidase. II. Copper, one of the prosthetic groups of plasma monoamine oxidase. *J. Biol. Chem.*, **237**: 3077-3082.
34. YODIM M.B.H., 1975. Monoamine deaminating system in mammalian tissues. *Physiol. Pharmacol. Biochem.*, **12**: 169-209.

Reçu le 5.3.97, accepté le 11.2.98

Summary

Altintas A., Celik S., Cevik M.Z. Seasonal relations between serum monoamine oxidase activities and copper levels in Angora male goats (*Capra hircus*)

Monoamine oxidase (MAO) activities and copper levels were determined and seasonal variations examined in 25 healthy 18-24 month old Angora male goats, raised in the usual feeding and hygiene environment. The analysis of variance showed that MAO seasonal activities were very variable. Using Mc Ewen Units the average MAO activities were 687.0 ± 16.25 , 558.0 ± 37.00 , 464.7 ± 18.80 and 595.2 ± 11.0 in the spring, summer, autumn and winter, respectively, and were found to be significantly different. Blood copper levels were regarded as "normal" in all seasons (except for one animal in the autumn and two animals in the spring and winter). Blood copper levels were significantly lower in the spring, autumn and winter than in the summer ($p < 0.01$). Average blood copper levels were 72.50 ± 5.00 $\mu\text{g}/100$ ml, 90.40 ± 4.20 $\mu\text{g}/100$ ml, 63.40 ± 1.80 $\mu\text{g}/100$ ml and 71.62 ± 3.90 $\mu\text{g}/100$ ml in the spring, summer, autumn and winter, respectively. The correlation between serum MAO activities and copper levels in Angora male goats varied with the seasons. It was significantly negative ($p < 0.05$) in the winter. No correlation was observed in the other seasons.

Key words: Angora goat - Billygoat - Copper - Amine oxidase - Blood serum - Seasonal variation - Turkey.

Resumen

Altintas A., Celik S., Cevik M.Z. Relaciones estacionales entre la actividad de la mono amino-oxidasa sérica y el nivel de cobre en el macho cabrío Angora (*Capra hircus*)

Durante el presente estudio, se determinaron la actividad de la mono amino oxidasa (MAO) y el contenido sérico de cobre, así como las variaciones estacionales, en 25 machos cabríos sanos, de 18 a 24 meses de edad, criados bajo las condiciones usuales de alimentación e higiene. El análisis de varianza permitió demostrar la variabilidad de las actividades estacionales de la MAO. Los valores promedio, expresados en unidades de Mc Ewen fueron de $687,0 \pm 16,25$ en primavera, de $558,0 \pm 37,00$ en verano, de $464,7 \pm 18,80$ en otoño y de $595,2 \pm 11,0$ en invierno. Estos valores difirieron significativamente. El nivel sérico de cobre se consideró "normal" durante todas las estaciones (a excepción de un animal en otoño y de dos animales en invierno y primavera). El nivel sérico de cobre observado en invierno, primavera y otoño fue significativamente inferior que en el verano ($p < 0,01$). Los valores promedio, expresados en $\mu\text{g}/100$ ml, fueron de $72,50 \pm 5,00$ en primavera; $90,40 \pm 4,20$ en verano; $63,40 \pm 1,80$ en otoño y $71,62 \pm 3,90$ en invierno. En los machos cabríos Angora, la correlación entre las actividades de la MAO sérica y el nivel sérico de cobre varió según las estaciones. En invierno fue significativamente negativa ($p < 0,05$). No se observó ninguna otra correlación durante las otras estaciones.

Palabras clave : Caprino - Cabra Angora - Macho cabrío - Cobre - Amino-oxidasa - Suero sanguíneo - Variación estacional - Turquía.

Review of adverse effects of some drugs in camels

A.M. Al-Dughaym ¹ A.I. Afaleq ¹
A.M. Homeida ¹

Key words

Camel - Drug - Toxicity - Side effect.

Summary

The article reviews the basic pharmacological data on drug metabolism, adverse effects and other toxic reactions of more commonly used antibacterial agents, central nervous system depressants and antiprotozoal agents in the camel. Camel's specificity such as a relatively low glomerular filtration rate, long nephron, low rate of water turnover, changes in erythrocyte shape and low drug metabolizing enzyme activity may modify the pharmacokinetic behavior of drugs in this species.

■ INTRODUCTION

Camels belong to the suborder Tylopoda of the Artiodactyles, which first appeared in the fossil record of the Tertiary period (about 2 million years ago). From a physiological point of view the dromedary exhibits certain characteristics that enable it to survive in arid regions. Camels are adapted in evolutionary terms in such a way that they use ingested water very economically. Water is continuously recirculated in the camel's gut, from the duodenum and colon *via* the blood stream into the forestomach. The alimentary tract functions as a water reservoir and the rate of water turnover is low (66). The water turnover is cut down by reducing metabolism, renal loss and changes in erythrocyte shape (24). Under hydration normal conditions the glomerular filtration rate and renal plasma flow expressed in relation to body weight are two to four times higher in sheep (32) than in dromedary (25). Furthermore, the nephron in the camel is twice as long as in cows or goats (1). These features may affect the rate and mode of drug elimination and account for major differences in drug disposition between camels and other animals (41). Dehydration on the other hand results in longer elimination half life, a larger volume of distribution and slow clearance for chloramphenicol and oxytetracycline (71). The reduced intramuscular and subcutaneous availability is also a significant justifying change in dosage schedules recommended for diseased dehydrated camels. Until recently, knowledge of pharmacological effects of drugs in the camel was considered fragmentary, and little research had been carried out. Usually, drug manufacturers give no specific recommendations for the camel. Therefore, the doses used clinically in

this species are in general extrapolated from doses recommended for other large domestic animals. This is not without danger because toxic effects sometimes occur in camels which are given certain drugs at doses apparently harmless to other species (4, 28). This article was carried out to review the adverse effects of the most commonly used drugs in the camel.

■ DRUG METABOLISM

Drug metabolizing enzymes are responsible for the biotransformation of a wide array of xenobiotics to which animals are exposed. The activities of the drug-metabolizing enzymes, cytochromes P-450, aminopyrine-N-dimethylase, aniline-4-hydroxylase and ethoxycoumarin-0-dethylase (a phase I reaction) and UDP-Gucuronyl-transferase and glutathione-S-transferase (a phase II reaction) have been measured *in vitro* in the liver, kidney and duodenal mucosa of camels, and compared to those of sheep, goats and rats (18, 19, 20, 29, 45, 70). The enzymes selected are involved in reactions of phase I and phase II drug metabolism, specifically oxidation and conjugation.

Goats seem to have the highest and camels the lowest enzyme activity when compared to other species. Consequently, goats have the highest and camels the lowest ability to clear antipyrine from the blood circulation (21). Therefore, the increased susceptibility of camels to certain drugs may at least be partly explained by the comparatively low drug metabolizing enzyme activities in this species.

It has been shown that the liver functions of the dehydrated camel differ significantly from those of the normally hydrated camel (8). The clearance of anionic dye bromsulfophthalein and antipyrine is

1. College of Veterinary Medicine and Animal Resources, King Faisal University, PO Box 1757, Al-Ahsa 31982, Saudi Arabia

significantly smaller and elimination half life is longer in the dehydrated camel, which may suggest a decreased oxidation capacity of the liver (10). However, the effect of dehydration on oxidative enzymes may be selective, inhibiting the isoenzyme involved in the metabolism of antipyrine while those mediating the de-ethylation of lidocaine are unaffected (9).

■ ANTIBACTERIAL DRUGS

Sulfonamides

In camels, sulfadimidine (SDM) is eliminated slowly from the body; the final elimination half life ranges from 8.7 to 16.5 h (67). The total body clearance of SDM is lower than that reported in adult ruminants like goats, but also in birds and man. The main SDM metabolite detected in the plasma of camels is the N₄-acetyl derivative. Neither the hydroxy nor glucuronide derivatives have been detected. Thus, SDM acetylation predominates over the hydroxylation pathway of metabolism in camels. The plasma concentration time file exhibits zero-order kinetics. The cause of SDM zero-order kinetics may be the unique water conservation system in the camel. The ability of camels to reabsorb water extensively is due to the long loops of Henle (1). It is well known in other species that renal SDM clearance is urine flow-dependent (67). Analogously, extensive renal SDM reabsorption may occur due to the low urine flow in the camel (in normal circumstances: 0.76-2.2 l/day; 66) and, consequently, accumulation that may sometimes lead to toxicity. SDM being mainly excreted as an acetylated form in the camel (67) is likely to precipitate crystalluria. However, the alkaline properties of camel urine may reduce the incidence of occurrence in this species. Since dehydration may aggravate such condition the free access to unlimited water supplies during SDM treatment is essential (14). In the camel SDM is used clinically in the treatment of coccidiosis. The preparation available is a sulfadimidine 33.3% solution. The recommended dose is 0.2 g/kg body weight initially followed by 0.1 g/kg body weight daily for four days. For prevention of SDM accumulation, it is suggested that a dosage interval of 48 h is advisable (67).

Antibiotics

Knowledge of mechanisms for elimination of antibiotics is essential, especially when excessive plasma or tissue concentrations of the drug cause serious toxicity. Most antibiotics and their metabolites are eliminated primarily by the kidneys (50). The increased concentration of antibiotic occurring after the first trip may result from the absorption from the kidney or bladder as it has been shown that antibiotics are extensively reabsorbed from the urinary tract in ruminant species (38). Furthermore, the nephron in the camel is twice as long as that of the cow or goat (1). It has been demonstrated that benzylpenicillin elimination occurs more slowly in the dromedary than in sheep (39), suggesting that the use of the same dosage regimen for both ruminant species may lead to significant differences in plasma concentration, therapeutic efficacy and maybe toxicity. Such variations indicate that the dose regimen of ampicillin and other drugs should be based on kinetic studies of these drugs. A lower dosage and frequency should perhaps be adopted for the camel. One must be particularly careful when using aminoglycosides, since these drugs are completely eliminated by renal mechanisms and their toxicity appears to correlate with their concentrations in plasma and tissue (50). For example, tobramycin, an aminoglycoside, is eliminated by glomerular

filtration unchanged in urine. The half life in camels is 188 min (2), which is higher than that reported for humans (98 min; 16), dogs (70 min; 59) and cats (70 min; 31). This would suggest that the glomerular filtration rate is lower in hydrated camels than in man, dogs, cats and cows (65). A striking data feature concerning the lack of dehydration effect on gentamicin kinetics in camels has been reported (68), suggesting an adaptive clearance mechanism operating in dehydrated camels. In addition, poor drug absorption from the intramuscular injection site in dehydrated camels could be due to reduced peripheral blood circulation.

For antibiotics metabolized by the liver such as quinolones (10) erythromycin, chloramphenicol and clindamycin (14) dosages must be reduced in camels with hepatic injury, as it has been reported that parasites (fasciolosis), toxic plants or toxic substances (dieldrin, latex) reduce activities of drug-metabolizing enzymes (22, 23). Other adverse effects of antibiotics in the camel can also occur. Prolonged oral treatment with broad spectrum antibiotics like tetracycline can significantly alter the gut flora and allow the proliferation of potentially pathogenic fungi such as *Candida albicans* (14). The extensive use of antibiotics can lead to the development of resistant micro-organism populations (37). A long-acting antibiotic formulation oxytetracycline-like appears desirable in terms of therapeutic compliance and camel husbandry, which is dominated by nomadic pastoralism. Unfortunately, such formulations are criticized because the so-called long-acting effects may be related to prolonged drug resistance at the injection site attributable to local irritation and induced tissue damage (41).

■ GENERAL DEPRESSANTS

Sedatives and tranquilizers

Xylazine hydrochloride

Xylazine has been used in camels (15) at a dose rate of 0.1-0.15 mg/kg body weight. Another dose rate of 0.87 mg/kg and atropine sulfate (0.2 mg/kg body weight) is also recommended (47). The drug has sedative, adrenergic, cholinergic and centrally mediated analgesic and muscle relaxant properties (14). It has temporary hypertensive properties and produce bradycardia and respiratory depression due to central and peripheral suppression of the sympathetic trunk (44). Xylazine may increase a previously existing metabolic alkalosis and can cause respiratory acidosis due to respiratory depression (57). Xylazine may cause transient hypothermia and temporary reduction in erythrocytic count, hematocrit and hemoglobin content, leukocytopenia, lymphocytopenia, eosinopenia and neutrophilia (6). However, it is not known whether drug induced thermal instability has adverse effects in the camel as this species exhibits wide diurnal fluctuations in temperature in response to changing environment, the camel becoming progressively dehydrated during periods of water deprivation (63). Rumination may be suppressed particularly during the first hour. In ruminants, xylazine is said to cause strong uterine contraction leading to premature expulsion of the fetus during the third stage of pregnancy, but this is unknown in camels. There is slight hyperglycemia 30 min after administration, and a first degree atrioventricular block, sinus arrhythmia and wander pacemaker in the sinoatrial node. Primary T-wave changes and S-T segment elevation are also observed (4). Blood gas analysis shows evidence of respiratory acidosis and arterial hypoxemia (42). Severe fatal effects may occur in uremic

camels (57). Such effects may be reversed by a combination of I.V. yohimbine (0.125 mg/kg) and 4-aminopyridine (0.3 mg/kg), a combination successfully employed in xylazine over dosage in the llama (46).

Chlorpromazine hydrochloride

This drug can be used at the dose of 1-3 mg/kg body weight either intramuscularly (I.M.) or I.V. The I.V. injection may cause a primary stage of excitement followed by deep sedation (49). A combination of chlorpromazine (2 mg/kg) and pentazocine (2 mg/kg) provides sufficient and satisfactory sedation in camels (56).

Propionylpromazine

This drug may be given at a dose of 0.5 mg/kg body weight I.M. It produces sufficient sedation. The drug causes muscle relaxation, vasodilation, hypotension and marked tachycardia (34). Penile prolapse has not been reported in the camel, due to anatomical differences. Propionylpromazine, like other phenothiazine derivatives, are contraindicated in shock and should be used with care in animals with circulatory instability as severe hypotension may result particularly when the circulating blood volume is reduced (62).

General anesthesia

Chloral hydrate

Chloral hydrate is a good hypnotic but poor anesthetic having a very weak analgesic action, and has to be given slowly (in approximately 5 min) in large doses before it produces general anesthesia. The compound is highly irritant to tissues, and care must be taken to ensure intravascular administration because perivascular injection will result in tissue necrosis. The major disadvantage of chloral hydrate anesthesia in the camel is its cardiac effect and the possibility of producing cardiac fibrillation and A-V block produced by vagal action causing death during the recovery period (53, 54, 55). There has been marked tachycardia with sustained hypotension and respiratory acidosis with arterial hypoxemia.

Chloral hydrate is mostly used at a 10% solution but it may be used at 12% with a dose rate of 0.58 ml/kg. Combination of chloral hydrate and magnesium sulfate (12% each; 0.43 ml/kg) and thiopentone sodium (1.33%, 0.41 ml/kg) I.V. may be used effectively (55) and be expected to increase the therapeutic index of chloral hydrate in this species.

Barbiturates

Significant changes recorded after thiopentone administration are leucopenia after recovery, respiratory acidosis and arterial hypoxemia 24 h post administration. There is also an increase in blood glucose concentration (43). Major changes after administration of pentobarbitals include tachycardia, hypotension, reduced central venous pressure, respiratory acidosis, hypoxemia, reduction in arteriovenous oxygen tension difference and increased post recovery concentration of urea nitrogen and plasma creatinine (43). However, continuous administration of oxygen in the immediate post anesthetic period should be considered to avoid arterial hypoxemia (56).

Ketamine hydrochloride

Ketamine, a derivative of phencyclidine, induces a rapid onset of a peculiar state of unconsciousness often described as dissociative anesthesia characterized by profound somatic analgesia but poor visceral analgesia. Muscle tone is increased resulting in an involuntary movement. The eyelids remain open, oral and upper

respiratory reflexes remain intact. Excitement during the recovery period is common. Excitement may be prevented by xylazine. Respiratory function may be depressed and rapid I.V. administration often results in apnea (44). Mild signs of central nervous system irritability, consisting of fine tremors of lip muscles, nostrils and limbs have been observed (63).

White *et al.* (62) found that a mixture of ketamine (25 mg/kg) and xylazine (0.15 mg/kg) is superior to either drug used alone. Muscle rigidity and central nervous system irritability are prominent side effects of ketamine anesthesia. Hypertonicity, incoordination and excitement during recovery from ketamine can be eliminated by xylazine. Another advantage of the mixture is the deeper level of analgesia obtained. Xylazine appears to potentiate the analgesic properties of ketamine thereby lowering the dosage. Expediency may require the drugs to be combined in the same syringe for a single injection by remote administration (27, 47). However, this is not pharmacologically sound. Ketamine has a much more rapid induction (2 to 5 min) than xylazine (10 to 20 min) (14). Xylazine should be administered 15 min prior to ketamine to obtain the maximum synergic effects of both drugs.

Halothane

Halothane is the most commonly used inhalation anesthetic in the camel (12, 26, 47). It is a potent dose-dependent cardiopulmonary depressant. Because of its high vapor pressure and high cost, it is best administered from a precision vaporizer located out of the re-breathing circuit using closed or semi-closed systems. Significant changes during halothane anesthesia also include a slightly increased central venous pressure. About 20% decrease in arterial pressure and respiratory acidosis (43). These changes are taken as evidence of myocardial depression. Continuous administration of oxygen should be considered to avoid arterial hypoxia (56).

Neuroleptanalgesia

Etorphine hydrochloride may be used alone or in combination with tranquilizers for the chemical restraint of camels (61). Etorphine may cause severe side effects such as muscle rigidity and tremors, severe opisthotonos, tachycardia and respiratory depression, regurgitation and possible pulmonary aspiration (3, 51). The effect of etorphine could be reversed by 20 mg of the antagonist "diprenorphine." Full re-mobilization takes 1.5 to 3 min. Utmost care should be taken when considering etorphine for treatment as this drug is dangerous to veterinarians (14).

■ ANTIPROTOZOAL DRUGS

Chemotherapy of trypanosomiasis in man and animals depends on a few drugs. The safety margin of these drugs is very narrow (35).

Suramin is used at a dose rate of 5-10 g/camel I.V. A perivenous injection leads to thrombophlebitis and abscesses especially if the prepared solution concentration is more than the recommended 10% (52). The drug may cause delayed toxicity including nephritis and has been shown by Smeesters and Jacques (58) to aggregate in lysosomes. Williamson (64) suggested that the granules of suramin occurring in the epithelium of the kidney tubules may be lysosomal depots of the drug. The aspartate aminotransferase (AST) and alanine aminotransferase activities in serum are increased by suramin administration as well as serum globulin (17).

Isometamidium chloride can be used for cure of *T. evansi* infection in the camel but the drug has no prophylactic effects (7, 60). Adverse effects of the drug include inhibition of cholines-

terase (5). The enzyme activity is reduced by 71% two hours after drug treatment (1 mg/kg) accompanied by salivation, diarrhea, frequent urination, defecation, trembling, hind leg weakness and recumbency (5, 52). Samorin™ also increases AST activity and decreases bilirubin concentration in treated camels (17).

Diminazene aceturate is well tolerated by domesticated species but severe toxic reactions can occur in camels (28). The signs of toxicity include salivation, frequent urination, defecation, convulsions, sweating, recumbency and regurgitation. Postmortem findings have shown hemorrhages in the heart, liver, kidney, urinary bladder and brain. The reason for the greater susceptibility of camels to these trypanocidal drugs is not known. Their effects may be direct or *via* their metabolites. It has been shown that diminazene aceturate is a potent inhibitor of diamine oxidase and S-adenosyl-L-methionine decarboxylase activities in laboratory animals (13). Whether such inhibition also occurs in camels and is responsible for the toxic nervous signs remains to be determined.

Symptomatic treatment including atropine, antihistamines and fluid therapy may be of value during the course of toxicity by the trypanocidal drugs.

Specific clinical signs may stimulate a veterinarian to report a reaction. However, the sensitivity of the reporting system for detecting subtle or delayed reactions, depressed growth rate, lowered fertility and unacceptable tissue residues is not known yet. Examples of clinical sign types that might be missed are the possible renal effects of nonsteroidal anti-inflammatory drugs (33, 48). Any observable deficiency in safety or efficacy should be considered as an adverse reaction to the drug in question, and careful designed surveys of all adverse reactions in the camel is of paramount importance to establish proper incidence baselines (36).

REFERENCES

- ABDALLA M.A., ABDALLA O., 1979. Morphometric observations on the kidney of the camel (*Camelus dromedarius*). *J. Anat.*, **129**: 45-50.
- A/HADI A.A., WWASFI I.A., GADIR F.A., AMIR M.H., BASHIR A.K., 1994. Pharmacokinetic of tobramycin in the camel. *J. vet. Pharmacol. Ther.*, **17**: 48-51.
- ALFORD B.T., BURKAT R.L., JOHNSON W.P., 1974. Etorphine and diprenorphine as immobilizing and reversing agents in captive and free-ranging mammals. *J. Am. vet. Med. Assoc.*, **164**: 702-705.
- ALI B.H., 1988. A survey of some drugs commonly used in the camel. *Vet. Res. Commun.*, **12**: 67-75.
- ALI B.H., HASSAN T., 1986. Some observations on the toxicosis of isometamidium chloride (Samorin) in camels. *Vet. Hum. Toxicol.*, **28**: 424-426.
- ALI B.H., EL-SANHOURI A.A., MUSA, B.E., 1989. Some clinical, haematological and biochemical effects of four tranquilizers in camels (*Camelus dromedarius*). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **42**: 13-17.
- BALIS J., RICHARDS D., 1977. Action trypanocide du chlorhydrate de chlorure d'isometamidium sur *Trypanosoma evansi* et essai de traitement de la trypanosomiase chez le dromadaire. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **30**: 369-372.
- BEN-ZVI Z., CREVELD C.V., YADIL R., 1989. Liver function and protein binding in camels. *Comp. Biochem. Physiol.*, **93**: 349-352.
- BEN-ZVI Z., GOLDEN G., CREVELD C.V., YAGIL R., 1995. Lidocaine elimination and monoethyl glycine xylidide formation in the dehydrated camel. *J. vet. Pharmacol. Ther.*, **18**: 442-445.
- BEN-ZVI Z., RUBIN M., CREVELD C.V., YAGIL R., 1995. The pharmacokinetic of antipyrine in the dehydrated camel. *J. vet. Pharmacol. Ther.*, **18**: 137-140.
- BEN-ZVI Z., YAGIL R., VANCREVELD C., GAVRIELLI R., GLICKMAN A., ZI G., 1994. Parenteral enrofloxacin and norfloxacin in normal and dehydrated camels. In: Proc. 6th int. Cong. Eur. Assoc. vet. Pharm. Ther., Edinburgh, UK, August 7-11, 1994, p. 234.
- BHARGAVA A.K., HEATH R.B., RUDY R.L., GABEL A.A., 1969. Clinical trials of halothane anaesthesia in a camel (*Camelus dromedarius*). *Indian vet. J.*, **46**: 999-1001.
- BLANA-FOUCE R., PULIDO T.G., ORDONE Z-ESCUADERO D., GARRIDO-PETTIERRA A., 1986. Inhibition of diamine oxidase and S-adenosylmethionine decarboxylase by diminazene aceturate (Berenil). *Biochem. Pharmacol.*, **35**: 1597-1600.
- BRANDER G.C., PUGH D.M., BYWATER R.J., 1982. Veterinary applied pharmacology and therapeutics. London, UK, Bailliere Tindall, p. 356.
- DENNIG H.K., 1972. The use of Rompun (R) in the dromedary in diagnostic splenectomy (infection with *Trypanosoma evansi*). *Vet. Med. Rev.*, **3**: 239-242.
- DYAS A., WISE R., PIJCK J., 1983. Reproducibility study of the pharmacokinetic amikacin, gentamicin and tobramycin: a three way cross study. *J. Antimicrob. Chemother.*, **12**: 371-376.
- EL-GENDI A.Y., EL-SAYED M.G.A., 1984. Effect of suramin and isometamidium chloride on some serum enzymes and blood constituents in camels. *Bull. Anim. Health Prod. Afr.*, **32**: 75-79.
- EL-SEIKH H.A., ALI B.H., HOMEIDA A.M., HASSAN T., 1986. The cytochromes P-450 concentrations in microsomes of liver, kidney and duodenal mucosa of the camels, sheep and goats. *Vet. Hum. Toxicol.*, **28**: 527-529.
- EL-SEIKH H.A., ALI B.H., HOMEIDA A.M., HASSAN T., HAPKE H.J., 1988. The activities of aminopyrine N-demethylase, aniline 4-hydroxylase and UDP-glucouronyl transferase in tissues of camels, Desert sheep and Nubian goats. *Gen. Pharmacol.*, **19**: 713-717.
- EL-SEIKH H.A., ALI B.H., HOMEIDA A.M., HASSAN T., HAPKE H.J., 1991. Activities of glutathione-S-transferase and ethylxycoumarin-O-demethylase in tissues of camels, sheep, goats and rats. *Comp. Biochem. Physiol.*, **98C**: 293-297.
- EL-SEIKH H.A., ALI B.H., HOMEIDA A.M., HASSAN T., HAPKE H.J., 1991. Pharmacokinetic of antipyrine and sulphadimidine (Sulphamethazine) in camels, sheep and goats. *J. vet. Pharmacol. Ther.*, **14**: 631-635.
- EL-SEIKH H.A., ALI B.H., HOMEIDA A.M., HASSAN T., IDRIS O.F., HAPKE H.J., 1991. The activities of drug-metabolizing enzymes in goats treated orally with Latex of *Calatropis procera* and the influence of dieldrin pretreatment. *J. Comp. Path.*, **104**: 257-268.
- EL-SEIKH H.A., ALI B.H., HOMEIDA A.M., LUTFI A.A.A., HAPKE H.J., 1992. The effects of fascioliasis on the activities of some drug-metabolizing enzymes in Desert sheep liver. *Br. vet. J.*, **148**: 249-257.
- ETZION Z., YAGIL R., 1985. Tritiated water metabolism during dehydration and rehydration in the camel. *J. appl. Physiol.*, **56**: 217-220.
- ETZION Z., YAGIL R., 1985. Renal function in camels (*Camelus dromedarius*) following rapid dehydration. *Physiol. Zool.*, **59**: 558-562.
- HELD J.P., PADDLEFORD R.R., 1982. Clinical use of succinylcholine and gallamine in the camel (*Camelus bactrianus*) during general anaesthesia. *J. Zoo Anim. Med.*, **13**: 84-87.
- HIGGINS A.J., KOCK R.A., 1984. A guide to the clinical examination, chemical restraint and medication of the camel. *Br. vet. J.*, **140**: 485-503.
- HOMEIDA A.M., EL-AMIN E.A., ADAM S.E.I., MAHMOUD M.M., 1981. Toxicity of diaminazene aceturate (Berenil) to camels. *J. Comp. Path.*, **91**: 355-358.
- HOMEIDA A.M., EL-EKNAH M.M., DAFALLA E.A., 1993. Drug-metabolizing enzymes in the placenta and foetus of camel and sheep. *Reprod. Domest. Anim.*, **28**: 258-262.

30. IBRAHIM W.Y., HOMEIDA A.M., ALI H.M., 1992. Pharmacokinetics of ampicillin in camels. In: Proc. First int. Camel Conf., January 8-12, 1992. London, UK, R&W Publications, p. 389.
31. JERNIGAN A.D., HATCH R.C., WILSON R.C., 1988. Pharmacokinetic of tobramycin in cats. *Am. J. vet. Res.*, **49**: 608-612.
32. KAUFMAN C.F., BERGMAN E.N., 1978. Renal function studies in normal and toxemic pregnant sheep. *Cornell Vet.*, **68**: 124-137.
33. KEEN P., LIVINGSTON A., 1983. Adverse reactions to drugs seen in general practice. *In Practice*, **5**: 174-180.
34. KHAMIS Y., FOUAD K., SAYED A., 1973. Comparative studies on tranquilization and sedation of camels. *Vet. Med. Rev.*, **4**: 336-345.
35. LEACH T.M., ROBERTS S.J., 1981. Present status of chemotherapy and chemoprophylaxis of animal trypanosomiasis in Eastern Hemispheres. *Pharmacol. Ther.*, **13**: 91-147.
36. LUMLEY C.E., WALKER S.R., HALL G.C., STAUNTON N., GROB P.R., 1986. The under-reporting of adverse drug reactions. *Pharm. Med.*, **1**: 205-212.
37. MOLLER J.K., LEITH B.A., STENDERUP A., ZACHARIAE H., AFZELIUS H., 1977. Changing patterns of plasmid-mediated drug resistance during tetracycline therapy. *Antimicrob. Agents Chem.*, **11**: 388-391.
38. NOUWS J.F.M., VANGINNEKEN C.A.M., HEKRNAN P., ZIV G., 1982. Comparative plasma ampicillin levels and bioavailability for five parenteral formulations in ruminant calves. *Vet. Quart.*, **4**: 62-71.
39. OUKESSOU M., HOSSAINI J., ZINE-FILALI R., TOUTAIN P.L., 1990. Comparative benzylpenicillin pharmacokinetics in the dromedary (*Camelus dromedarius*) and in sheep. *J. vet. Pharmacol. Ther.*, **19**: 91-147.
40. OUKESSOU J., HOSSAINI R., ZINE-FILALI, TOUTAIN P.L., 1990. Comparative benzylpenicillin pharmacokinetic in the dromedary (*Camelus dromedarius*) and in sheep. *J. vet. Pharmacol. Ther.*, **13**: 298-303.
41. OUKESSOU M., UCELLI-THOMAS V., TOUTAIN P.L., 1992. Pharmacokinetics and local tolerance of a long-acting oxytetracycline formulation in camels. *J. vet. Res.*, **53**: 1658-1662.
42. PESHIN P.K., SINGH A.P., SINGH J., CHAWLA S.K., LAKHARU J.C., 1986. Acid-base and blood gas changes following xylazine administration in buffalo and camel. *Indian J. Anim. Sci.*, **56**: 198-202.
43. PESHIN P.K., SINGH J., SINGH A.P., PATIL D.B., 1992. Experimental and clinical evaluation of some sedatives and anaesthetic agents in dromedary camels. In: Proc. First int. Camel Conf., January 8-12, 1992. London, UK, R&W Publications, p. 371.
44. RAMADAN O.R., 1994. Surgery and radiology of dromedary camel. Riyadh, Saudi Arabia, King Faisal University, p. 37. (King Faisal University Series)
45. RAZA H., MONTAGUE W., 1993. Drug and xenobiotic metabolizing enzymes in camel liver: multiple forms and species specific expression. *Comp. Biochem. Physiol.*, **105**: 137-147.
46. REIDBOLD T.W., KANES A.J., SCHMOTZER W.B., 1986. Reversal of xylazine-induced sedation in llamas, using doxapram or 4-aminopyridine and yohimbine. *J. Am. vet. Med. Assoc.*, **189**: 1059-1061.
47. ROSBOROUGH J.P., BAILEY E.M., GEDDES L.A., TACKER W.A., 1974. Experimental anaesthetization of a dromedary camel. *Zen. Veterinarmedizin A*, **21**: 149-156.
48. RUBIN S.I., 1986. Non-steroidal, anti-inflammatory drugs, prostaglandins and the kidney. *J. Am. vet. Med. Assoc.*, **188**: 1065-1068.
49. SAID A.H., 1964. Some aspects of anaesthesia in the camel. *Vet. Rec.*, **76**: 550-554.
50. SANDE M.A., KAPUSNIK J.E., MANDELL G.L., 1991. Chemotherapy of microbial disease. In: Gilman A.G., Rall T.W., Nies A.S., Taylor P. eds., The pharmacological basis of therapeutics. New York, NY, USA, Pergamon Press, p. 101.
51. SCHELS H.F., NOWROUZINA I., 1977. The effects of reversible narcotic immobilization in the Iranian camel. *Vet. Rec.*, **101**: 388.
52. SCHILLINGER D., MALOO S.H., ROTTCHER D., 1985. The toxic effect of intravenous application of the trypanocide isometamidium (Samorin). *Zen. Veterinarmedizin A*, **32**: 234-239.
53. SHARMA C., CHOUHAN D.S., TANWAR R.K., PUROHIT R.K., 1984. Effect of chloral hydrate, chloral-mag and thiopentone Na anaesthetic in camels. I. Haematological study. *Indian J. vet. Surg.*, **5**: 126-129.
54. SHARMA C., CHOUHAN D.S., BHATIA J.S., PUROHIT R.K., 1984. Effect of chloral hydrate, chloral-mag and thiopentone Na anaesthetic in camels. II. Biochemical study. *Indian J. vet. Surg.*, **5**: 130-133.
55. SHARMA S.K., SINGH J., SINGH A.P., PESHIN P.K., 1984. Haemodynamic, blood gas and metabolic changes after anaesthesia with chloral hydrate and magnesium sulphate in camels (*Camelus dromedarius*). *Res. vet. Sci.*, **36**: 12-15.
56. SINGH R., 1990. Evaluation of thiopentone sodium alone and in combination with halothane for anaesthesia of the camel (*Camelus dromedarius*). M.V.Sci. Thesis, Haryana Agricultural University, Hisar, India.
57. SINGH J., SINGH A.P., PESHIN P.K., SHARMA D.K., 1983. Uraemia in the camel and effects of xylazine administration. *Haryana Vet.*, **22**: 105-107.
58. SMEESTERS C., JACQUES P.J., 1968. Influence of injected suramin on the enzymes of the rat liver *in vitro*. In: XIIIth int. Cong. Cellular Biology, Brussels, Belgium, March 16-19, 1968, p. 82. (Excerpta Medica Series International)
59. SZWED J.T., LUFT F.C., BLACK H.R., ELLIOT R.A., KLEIT S.A., 1974. Comparison of the distribution of tobramycin and gentamycin in body fluids of dogs. *Antimicrob. Chemother.*, **5**: 444-446.
60. TORO M., LOPEZ R., PALLOTA F., GARCIA J.A., RUIZ, A., 1983. Effect of isometamidium chloride in animals. *Vet. Parasitol.*, **13**: 35-43.
61. WALLACH J.D., WILLIAMSON W.M., 1971. M-99 induced recumbency in a camel. *J. Zoo Anim. Med.*, **2**: 27-30.
62. WHITE R.J., 1986. Anaesthetic management of the camel. In: Higgins A.J. ed., The camel in health and disease. London, UK, Bailliere Tindall, p. 136.
63. WHITE R.J., BALI S., BARK H., 1987. Xylazine and ketamine anaesthesia in the dromedary camel under field conditions. *Vet. Rec.*, **120**: 110-113.
64. WILLIAMSON J., 1976. Chemotherapy of African trypanosomiasis. *Tran R. Soc. trop. Med. Hyg.*, **70**: 117-120.
65. WILSON R.T., 1984. The camel. Singapore, The Print House Pte, p. 74.
66. YAGIL R., 1985. The desert camel. In: Comparative physiological adaptation. Basel, Switzerland, Karger, p. 19.
67. YOUNAN W., NOUWS J.F.M., HOMEIDA A.M., VREE T.B., DEGEN M., 1989. Pharmacokinetic and metabolism of sulphadimidine in the camel. *J. vet. Pharmacol. Ther.*, **12**: 327-329.
68. ZIV G., BEN-ZIV Z., YAGIL R., CREVELD C.V., CLICKMAN A., 1991. Disposition kinetics of gentamicin in the normal and dehydrated camel. In: Proc. 5th Cong. Eur. Assoc. vet. Pharmacol. Toxicol., Copenhagen, Denmark, August 12-18, 1991, p. 110.
69. ZIV G., CREVELD C.V., BEN-ZIV Z., GLICKMAN A., YAGIL R., 1995. Disposition kinetics of tylosin tratorate administered intravenously and intramuscularly to normal and water-deprived camels. *J. vet. Pharmacol. Ther.*, **18**: 299-305.
70. ZOHEIR A., DAMANHOURI O.S., 1993. A comparative study of liver mixed function oxidases in camels, pigs and rats. *Comp. Biochem. Physiol.*, **105**: 487-491.

Reçu le 28.10.96, accepté le 25.5.98

Résumé

Al-Dughaym A.M., Afaleq A.I., Homeida A.M. Synthèse sur les effets indésirables de certains médicaments chez le chameau

Cette synthèse fait le point sur les données pharmacologiques de base concernant le métabolisme de médicaments, les réactions indésirables et autres effets toxiques secondaires provoqués chez le chameau par des agents anti-infectieux courants ainsi que des dépresseurs du système nerveux central et des antiprotozoaires. Certaines caractéristiques du chameau, telles qu'un taux de filtration glomérulaire relativement faible, un long néphron, un faible taux de renouvellement de l'eau, des hématies avec des formes particulières et une faible activité enzymatique du métabolisme des médicaments, peuvent modifier le comportement pharmacocinétique des médicaments chez cette espèce.

Mots-clés : Chameau - Médicament - Toxicité - Effet secondaire.

Resumen

Al-Dughaym A.M., Afaleq A.I., Homeida A.M. Revisión de los efectos adversos de algunas drogas en camellos

El presente artículo revisa datos farmacológicos básicos sobre el metabolismo de las drogas, efectos adversos y otras reacciones tóxicas de los agentes antibacterianos más frecuentes, depresores del sistema nervioso central y agentes anti protozoarios en el camello. Algunas especificidades del camello, como una tasa de filtración glomerular relativamente baja, nefrones largos, baja tasa de circulación de agua, cambios en la forma eritrocitaria y baja actividad de la enzima metabolizadora de las drogas pueden modificar el comportamiento farmacocinético de las drogas en estas especies.

Palabras clave: Camello - Medicamento - Toxicidad - Efecto secundario.

Enquête sur les causes de mortalité des pintadeaux au Burkina Faso

R. Bessin ¹ A.M.G. Belem ² H. Boussini ¹
Z. Compaore ³ Y. Kaboret ⁴ M.A. Dembele ⁵

Mots-clés

Pintade - *Numida meleagris* - Mortalité - Technique d'élevage - Facteur du milieu - Saison humide - Burkina Faso.

Résumé

Cette étude sur les causes de mortalité des pintadeaux, *Numida meleagris*, a comporté une enquête conduite dans huit provinces du Burkina Faso chez 114 éleveurs et une série d'études réalisées sur 58 élevages localisés sur une aire plus réduite de cinq provinces avec le suivi quotidien de 3 017 pintadeaux âgés de 0 à 3 mois. L'enquête a révélé, d'une part, un taux global de mortalité de 73 p. 100 des pintadeaux et, d'autre part, de grandes insuffisances des techniques d'élevage de la pintade en matière d'habitat, de chauffage, d'alimentation, d'abreuvement et de santé. Au niveau du suivi quotidien de 3 017 pintadeaux, il a été trouvé que les taux de mortalité étaient de l'ordre de 80 p. 100 dans les élevages améliorés et traditionnels et que la période de mortalité maximale se situait en août pendant la saison pluvieuse. Les germes isolés sur les élevages traditionnels ou améliorés étaient : *Escherichia coli*, *Salmonella* sp., *Klebsiella* sp., *Enterobacter* sp., *Pseudomonas* sp., *Proteus* sp. et *Candida albicans*. Quant aux parasites, les types suivants ont été identifiés : des trichomonades, des coccidies, des ascaris, des ténias et des spirures du genre *Tetrameres*. Cette étude a montré que les causes de mortalité des pintadeaux au Burkina Faso étaient multifactorielles et que toute opération d'amélioration de la méléagriculture (production de pintade) devrait, en plus des conditions d'élevage, tenir compte des infections simultanées, de l'âge et de la saison.

■ INTRODUCTION

Dans les pays africains soucieux de l'autosuffisance alimentaire, la carence en protéine animale est sérieuse, particulièrement pour les populations rurales. Pour cette population rurale africaine, la consommation de viande par an et par habitant est de 10 kg contre 200 kg de céréales (2).

Le développement, au Burkina Faso, des animaux de basse-cour et surtout de la pintade, *Numida meleagris*, connaît de nos jours un essor important. Ceci est lié à un contexte économique difficile en

particulier pour les populations rurales. L'élevage de la pintade fait l'objet d'une spéculation économique (4) stimulée par la récente dévaluation du franc CFA et constitue non seulement une source importante de revenus pour les paysans mais aussi de produits d'exportation. Avant la dévaluation, l'effectif des pintades au Burkina Faso était déjà estimé en 1989 à 2 775 000 têtes, représentant 15,6 p. 100 des effectifs de volailles (2, 5). La production de volailles du pays était alors évaluée à environ 15 000 tonnes par an, toutes espèces confondues, dont 5 000 tonnes étaient exportées en vif vers les pays côtiers voisins (Côte d'Ivoire, Ghana, Togo, Bénin) (5).

Cet élevage, courant dans l'ensemble du pays, se heurte à de nombreuses contraintes touchant principalement la santé, l'alimentation et l'habitat des pintadeaux. Les pathologies, encore mal connues et donc mal maîtrisées, entraînent des mortalités importantes, particulièrement chez les pintadeaux âgés de 0 à 3 mois. Au cours des dernières campagnes agricoles, ces mortalités, contre lesquelles aucune mesure efficace n'a pu être prise, ont constitué la contrainte majeure de la production de pintades. Cette étude a

1. Laboratoire National d'Élevage, 03 BP 7026, Ouagadougou 03, Burkina Faso

2. Université d'Ouagadougou, 01 BP 4626, Ouagadougou 01, Burkina Faso

3. Centre Régional de Promotion Agro-Pastorale du Sahel, Dori, Burkina Faso

4. Ecole Inter-Etats de Sciences et Médecine Vétérinaires (EISMV), BP 5077, Dakar, Sénégal

5. Projet de Développement des Animaux Villageois (PDAV), 01 BP 1907, Ouagadougou 01, Burkina Faso

été initiée devant l'ampleur de ce problème afin de contribuer à identifier les causes de mortalité des pintadeaux, étape indispensable à la proposition d'un plan adéquat de prophylaxie et d'amélioration des techniques d'élevage.

■ MATERIEL ET METHODES

Cette étude a été conduite en deux parties. La première a permis, à travers une enquête (2, 3, 6), de préciser les taux de mortalité et les conditions d'élevage des pintades, au Burkina Faso. La deuxième partie a consisté à suivre quotidiennement des élevages de pintades pour identifier les agents jouant un rôle éventuel dans la mortalité des pintadeaux. Cette étude s'est déroulée de juillet 1994 à janvier 1995.

Enquête sur les taux de mortalité et les conditions d'élevage

Au Burkina Faso, les zones éco-climatiques Nord et Sud-soudaniennes, situées respectivement sous les isohyètes 650 et 1 000 mm, sont les plus favorables à l'élevage de la pintade et ont les effectifs les plus élevés. Pour cette enquête, 114 éleveurs ont été contactés dans huit provinces de ces deux zones : le Bazega, le Boulgou, le Boulkienme, le Houet, le Kadiogo, la Kossi, le Ganzourgou et l'Oubritenga (figure 1). Sur la base d'une méthode de recherche participative appelée *rapid rural appraisal* (RRA) ou « évaluation rapide en milieu rural » (2), un questionnaire détaillé sur différents

aspects de la production de pintades a été établi et utilisé auprès des éleveurs. Outre les informations relatives à l'identification de l'éleveur et à la date de l'enquête, le questionnaire a concerné les types d'élevage (traditionnel ou amélioré) ou de poulaillers, le chauffage, l'hygiène de l'habitat, la nature, la fréquence et les périodes journalières de distribution des aliments, la nature et l'entretien des abreuvoirs et des mangeoires, la qualité de l'eau, les effectifs d'oiseaux, les mortalités et enfin les dominantes pathologiques observées ainsi que les traitements réalisés.

Etude des causes de mortalité

Ces études ont consisté en des suivis quotidiens d'élevages traditionnels ou améliorés de pintades, au cours desquels ont été réalisés des observations cliniques, des autopsies et des examens de laboratoire. Ces suivis ont touché une zone et des effectifs d'éleveurs et de pintades plus réduits que ceux des enquêtes.

Zone d'étude

Quatre sites ont été retenus dans la zone Nord-soudanienne (Ouagadougou dans la province du Kadiogo, Sabou dans le Boulkienme, Tenkodogo dans le Boulgou, Ziniare dans l'Oubritenga) et un seul site dans la zone Sud-soudanienne (Bereba dans la province du Houet) (figure 1). Ces sites, situés dans cinq provinces au total, ont été choisis en fonction des facilités de travail et de l'existence de deux types d'élevage : traditionnel et amélioré. Dans l'élevage traditionnel, la pintade ne reçoit de la part du propriétaire que des soins de protection contre les prédateurs et



Figure 1 : provinces du Burkina Faso concernées par l'étude.

quelques dangers naturels tels que les flaques d'eau. Dans l'élevage amélioré, les pintades disposent en plus d'abreuvoirs d'un aliment complet de démarrage pour poussins et de lampes tempêtes pour le chauffage.

Effectifs des oiseaux étudiés

Le tableau I présente le nombre d'éleveurs et les effectifs des pintadeaux par site concernés par les suivis quotidiens. La plupart des pintadeaux ont été obtenus par couvain des œufs par des poules-mères, excepté les deux élevages améliorés d'Ouagadougou et de Tenkodogo où les pintadeaux ont été incubés artificiellement. Tous les pintadeaux suivis étaient âgés de 0 à 3 mois.

Sur les 3 017 pintadeaux suivis dans 58 élevages au total, 1 186 provenaient d'élevages traditionnels et 1 831 d'élevages améliorés. Il faut noter que les oiseaux étudiés n'ont jamais été vaccinés ou déparasités, sauf dans quelques rares élevages améliorés de Bereba dans la province du Houet.

Enquêtes anatomo-cliniques et examens de laboratoire

Une équipe de deux enquêteurs au moins par site assurait quotidiennement le suivi des 58 élevages faisant partie de l'étude. Des fiches d'enquête ont été utilisées pour le suivi clinique, les commémoratifs des pathologies observées et le recensement des cas de mortalité. Les cadavres étaient récupérés dans des sacs en plastique, scellés et envoyés dans les 24 h sous froid au Laboratoire national d'élevage pour autopsie et examens complémentaires (1, 8).

Les autopsies ont été réalisées, lors des suivis quotidiens, sur des cadavres et des pintadeaux malades sacrifiés pour les besoins de l'étude. Ils provenaient tous des quatre provinces suivantes : le Boulgou, le Boulkiemde, le Kadiogo et l'Oubritenga. La province du Houet n'a pu être concernée par les autopsies suite à des difficultés d'acheminement rapide des sujets au Laboratoire national d'élevage. Suivant les lésions, des prélèvements de foie, cœur, poumon, rate et rein ont été faits pour des examens bactériologiques. Ils ont été ensemencés sur des milieux classiques de culture et les germes identifiés à l'aide de galeries. Les examens parasitologiques ont été effectués sur des matières fécales ou les contenus du cæcum, des intestins, et d'autres parties du tube digestif. Les parasites gastro-intestinaux furent recherchés par examen microscopique direct ou par autopsie helminthologique de tube digestif pour la collecte de parasites immatures ou adultes.

Les anticorps inhibant l'hémagglutination ont été recherchés pour la détection du virus de la maladie de Newcastle par la technique sérologique du laboratoire de pathologie aviaire de Ploufragan (11). Ces tests ont été réalisés sur deux séries de sérums récoltés sur les mêmes groupes de pintadeaux de deux semaines à un mois d'intervalle. La première série de sérums a été prélevée sur des pintadeaux d'environ un mois d'âge. Les provinces du Boulgou, du Houet et du Kadiogo disposant d'un laboratoire avec une centrifugeuse et un congélateur ont été retenues comme sites pour ces examens sérologiques. Les sérums ont été récoltés à partir de sang prélevé à l'aide de seringues de 5 ml par ponction des veines jugulaires droites des pintadeaux. Ils ont été conservés au congélateur à -20 °C jusqu'au moment de leur utilisation. Le titre de chaque sérum a été donné par l'inverse de la dernière dilution présentant encore une inhibition totale de l'hémagglutination. Un titre inférieur à 20 était considéré négatif et un titre supérieur ou égal à 40 positif pour le virus de la maladie de Newcastle.

■ RESULTATS

Taux de mortalité et conditions d'élevage des pintadeaux

Dix à 20 éleveurs par province, possédant ensemble de 643 à 2 364 pintadeaux, ont été concernés par le questionnaire lors des enquêtes couvrant les huit provinces. Le tableau II résultant de ces enquêtes montre les taux de mortalité par province et le taux global (73 p. 100) pour toute la zone des huit provinces enquêtées.

Quant aux taux de mortalité calculés lors du suivi de 3 017 pintadeaux appartenant à 58 élevages différents de cinq provinces du pays, ils étaient de 80 p. 100 pour les élevages améliorés ou traditionnels. De plus, au niveau des élevages suivis, les mortalités étaient maximales en août, mois le plus humide de la saison pluvieuse (figure 2).

Les fiches d'enquête sur les huit provinces ont permis de préciser de nombreux aspects touchant les conditions d'élevage. Parmi les élevages, 9 p. 100 étaient en totale liberté alors que le reste utilisait une forme d'habitat soit de type traditionnel en banco ou en paille (80 p. 100), soit de type amélioré confectionné en parpaings avec une hauteur convenable et l'intérieur avec des murs crépis (9) (11 p. 100).

Tableau I

Répartition des effectifs de pintadeaux concernés par les suivis quotidiens en fonction du type d'élevage et du site

Types d'élevage	Sites	Nb. d'éleveurs	Effectifs
Traditionnel	Bereba	7	273
	Sabou	10	498
	Ziniare	8	415
Amélioré	Bereba	10	410
	Sabou	10	509
	Ziniare	10	380
	Ouagadougou	2	249
	Tenkodogo	1	283
	Total	5	58

Tableau II

Résultats de l'enquête sur les taux de mortalité des pintadeaux (0-3 mois d'âge) au niveau des huit provinces

Provinces	Nb. de Producteurs	Effectif des pintadeaux enquêtés	Mortalité (%)
Bazega	10	738	77
Boulgou	18	2 364	67
Boulkiemde	20	2 303	69
Ganzourgou	12	831	89
Houet	19	1 951	63
Kossi	10	820	82
Kadiogo	10	643	76
Oubritenga	15	1 426	84
Total	114	11 076	73

Seulement 4 p. 100 des éleveurs utilisaient des lampes tempêtes pour chauffer les pintadeaux alors que les autres se contentaient du comportement maternel des poules couveuses. Trente-neuf pour cent des poulaillers étaient nettoyés une ou deux fois par an au maximum. Pour ce nettoyage, des désinfectants n'étaient utilisés que dans un cas sur 100.

Les aliments distribués aux pintadeaux au démarrage étaient de natures diverses : mil, maïs, sorgho ou termites dans 87 p. 100 des élevages et un aliment complet pour poussins dans 5 p. 100 des cas. Dans les autres élevages (8 p. 100), du son de céréales, des restes de cuisine, du sésame ou de la drêche de dolo (bière locale) étaient utilisés. Alors que 16 p. 100 des éleveurs ne distribuaient l'aliment qu'une fois par jour, 54 p. 100 le faisaient plus de trois fois.

Différents matériaux sont utilisés pour la confection des abreuvoirs. Les abreuvoirs de type CNA (Centre national avicole) fabriqués en terre cuite et beaucoup plus adaptés pour l'aviculture étaient utilisés par seulement 30 p. 100 des éleveurs. Des morceaux de canaris cassés étaient utilisés par 53 p. 100 des éleveurs alors que dans 17 p. 100 des cas les abreuvoirs étaient faits d'assiettes, de bois taillé et de bidons usagés. Chez 4 p. 100 des éleveurs ces abreuvoirs n'étaient jamais nettoyés, ils l'étaient quotidiennement ou de manière hebdomadaire dans respectivement 30 et 10 p. 100 des élevages, et irrégulièrement dans 56 p. 100 des élevages restants. L'eau d'abreuvement provenait de puits (70 p. 100), de forages (19 p. 100) et de mares, de rivières ou de barrages (11 p. 100).

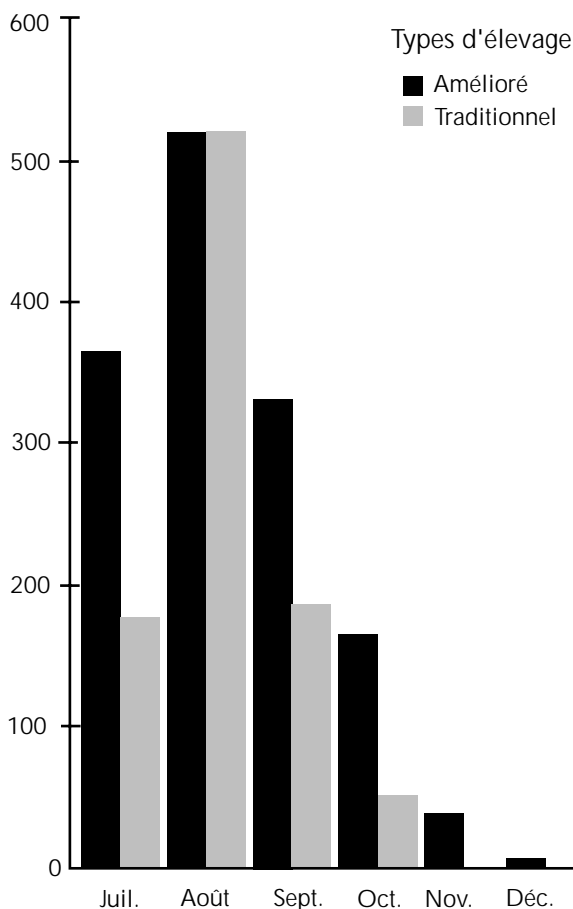


Figure 2 : répartition des effectifs de pintadeaux morts par mois selon le type d'élevage au niveau des 58 élevages suivis quotidiennement.

Examens anatomo-cliniques

Les résultats des examens cliniques provenaient des suivis quotidiens de 3 017 pintadeaux chez 58 éleveurs dans cinq provinces. Les symptômes, lésions et évolutions des cas morbides estimés à 2 469 pintadeaux étaient souvent similaires dans la plupart des élevages. L'abattement, la somnolence et la diarrhée étaient souvent observés. Dans les formes suraiguës ou aiguës évoluant rapidement vers la mort en 24 h, les pintadeaux étaient extrêmement frileux et présentaient des plumes ébouriffées et des ailes pendantes (les éleveurs disent que la pintade porte un grand « boubou »). Ils refusaient de s'alimenter et de s'abreuver et s'entassaient autour d'une source de chaleur quand elle était disponible. Dans les formes d'évolution plus lentes, les symptômes cités s'accompagnaient de cris plaintifs, d'une respiration difficile, d'une démarche chancelante avec en fin d'évolution la paralysie et la mort en 48 à 72 h. Des signes cliniques moins constants observés dans les formes d'évolution lente étaient la déshydratation extrême avec une sécheresse des pattes et des appendices céphaliques et la kérato-conjonctivite unie ou bilatérale souvent opacifiante. Les symptômes observés n'ont pas permis d'identifier des maladies précises.

Au total 305 pintadeaux malades, déjà morts ou sacrifiés ont été autopsiés. Les résultats sont consignés dans le tableau III. Les organes les plus fréquemment atteints de lésions étaient d'abord le foie, puis les intestins et le cæcum, enfin les organes du système cardio-respiratoire.

Examens bactériologiques et parasitologiques

Parmi les 305 autopsies de pintadeaux, 217 et 88 provenaient respectivement d'élevages de type amélioré ou traditionnel. Respectivement 80 et 73 p. 100 des prélèvements se sont révélés positifs pour au moins un microorganisme. Les microorganismes suivants ont été isolés : *Escherichia coli*, *Salmonella* sp., *Klebsiella* sp., *Enterobacter* sp., *Pseudomonas* sp., *Proteus* sp. et *Candida albicans* (tableau IV).

Les examens parasitologiques ont été réalisés sur tous les prélèvements provenant des autopsies. Les prévalences des infestations calculées étaient de 85 et 76 p. 100 respectivement en élevages améliorés et traditionnels. Les types de parasites suivants ont été identifiés dans les prélèvements : trichomonades, ookystes de coccidies, ascaris, ténia et spirures du genre *Tetrameres* (tableau V). Les genres et espèces de tous les parasites n'ont pas pu être identifiés. Pour les parasites du genre *Tetrameres* et les ténias, les prévalences étaient respectivement de 0 et 1 p. 100 (un seul pintadeau positif) en élevage amélioré. Par contre, en élevage traditionnel, elles étaient respectivement de 3 et 20 p. 100. Les taux d'infection par des ookystes de coccidies, ascaris et *Trichomonas* sp. étaient plus importants dans les élevages améliorés que dans les élevages traditionnels. Il faut également signaler qu'en élevages améliorés et traditionnels respectivement 2 et 3 p. 100 des prélèvements présentaient des cristaux d'oxalate de chaux.

Examens sérologiques

Au cours de deux périodes séparées de deux semaines à un mois, 625 sérums ont été récoltés sur les mêmes groupes d'oiseaux. Ils ont été soumis au test de détection des anticorps anti maladie de Newcastle. Au niveau des élevages améliorés et traditionnels, respectivement 150 et 145 sérums ont été analysés pour la première période de prélèvement puis 167 et 163 pour la deuxième période. A la première prise de sang, les prévalences de sérums positifs étaient de 1 et 7 p. 100 respectivement en élevages améliorés et traditionnels alors qu'à la deuxième prise de sang, ils étaient de 0 et 20 p. 100.

Tableau III

Principales lésions observées lors de 305 autopsies

Organes	Types de lésions	Nb. d'organes	% de pintadeaux
Intestin et cæcum	Inflammation	244	80
Proventricule et gésier	Inflammation, atrophie et hypertrophie	96	31
Cloaque	Hypertrophie	46	15
Foie	Inflammation et décoloration	245	80
Rate et pancréas	Hypertrophie, décoloration et inflammation	50	16
Sinus, sacs aériens et poumons	Inflammation, décoloration et nodules	175	57
Cœur	Inflammation et adhérences	147	48
Rein	Inflammation	83	27
Bourse de Fabricius	Hypertrophie et dépôt de caséum souvent calcifié	60	20
Muscles	Inflammation	70	23
Yeux et appendices céphaliques	Kérato-conjonctivite avec opacification et lésions varioliques	75	25
Pattes	Paralyse, malformation et déformation	10	3

■ DISCUSSION

Cette étude a révélé un taux de mortalité de 73 p. 100 lors des enquêtes et, lors des suivis quotidiens, des taux de mortalité de 80 p. 100 au Burkina Faso que ce soit en élevage amélioré ou traditionnel de pintadeaux. La méthode de recherche participative RRA suivie pour les enquêtes a donné des taux de mortalité légèrement plus faibles mais elle s'est néanmoins montrée complémentaire de la méthode de suivi quotidien pour la récolte des informations de base concernant la production de pintades. Le suivi quotidien d'élevages de pintades a permis plus particulièrement de montrer que le pic de mortalité des jeunes pintadeaux se situait au mois d'août, période la plus humide de l'année. La coïncidence entre le pic de mortalité et la saison de reproduction des pintades (9), en août quand les effectifs sont les plus importants, compromet sérieusement les potentialités de cet élevage.

Selon les observations réalisées lors des enquêtes, les causes de mortalité en élevage traditionnel aussi bien qu'amélioré peuvent être multifactorielles et concerner plusieurs aspects de la production de la pintade : l'habitat, l'alimentation, l'abreuvement et la santé. Si la plupart des élevages se faisaient dans des habitats (91 p. 100), il faut néanmoins signaler que ces poulaillers étaient en très mauvais état, peu aérés, mal entretenus et n'étaient presque jamais nettoyés. Les poulaillers améliorés, confectionnés en parpaings avec un intérieur crépi et une hauteur convenable, mis au point par le PDAV, n'étaient utilisés que par 11 p. 100 des éleveurs et étaient souvent mal entretenus. L'utilisation d'un habitat convenable pour les pintadeaux contribuerait certainement à les protéger des pluies torrentielles (fréquentes au mois d'août) et des prédateurs. La nécessité de réchauffer les pintadeaux pendant les premiers jours de leur vie est mal connue des éleveurs (seulement 4 p. 100 d'entre eux utilisaient des lampes tempêtes).

Tous les éleveurs distribuaient des aliments aux pintadeaux mais en quantité et qualité insuffisantes. Cet apport alimentaire avait pour principal objectif de domestiquer les oiseaux et de les maintenir dans les concessions. L'eau distribuée aux pintades provenait dans 90 p. 100 des cas de puits et forages, plus propres que les mares, les rivières ou les barrages contenant de l'eau sale et boueuse. Cependant, les abreuvoirs étaient insuffisamment nettoyés et étaient à la disposition de tous les autres animaux, domestiques ou non, des concessions.

Devant la médiocrité des résultats présentés ci-dessus concernant l'habitat, l'alimentation et l'abreuvement de la pintade, il s'avère indispensable non seulement de favoriser l'accès au crédit mais aussi d'organiser pour les éleveurs de pintades des séances de sen-

Tableau IV

Nombre et pourcentage de prélèvements positifs pour des microorganismes en fonction du type d'élevage

Types d'élevage	Nb. de prélèvements	Microorganismes isolés (%)							Total négatif (%)
		<i>Escherichia coli</i>	<i>Salmonella</i> sp.	<i>Klebsiella</i> sp.	<i>Enterobacter</i> sp.	<i>Pseudomonas</i> sp.	<i>Proteus</i> sp.	<i>Candida albicans</i>	
Amélioré	217	29	8	6	4	10	23	14	20
Traditionnel	88	24	23	2	6	8	10	0	27

Tableau V

Nombre et pourcentage de prélèvements positifs pour des parasites en fonction du type d'élevage

Types d'élevage	Nb. de prélèvements	Parasites isolés (%)					Total négatif (%)
		<i>Trichomonas</i> sp.	Coccidie	Ascaris	Ténia	<i>Tetrameres</i>	
Amélioré	217	14	65	18	1	0	15
Traditionnel	88	6	48	10	20	3	24

sibilisation, de formation et de vulgarisation des techniques simples sur l'élevage de la pintade (2). Des auteurs ont signalé qu'un contrôle rigoureux du développement de la pintade entre 0 et 6 semaines doit aboutir à une croissance satisfaisante et à un rendement optimal de l'oiseau adulte (2).

Les mortalités observées lors du suivi quotidien de 3 017 pintadeaux sur cinq provinces n'ont pu être attribuées à aucun microorganisme ou parasite précis. Comme cela a déjà été signalé par Saunders (9), cette étude a montré qu'en règle générale les examens de laboratoire ont pu révéler la présence de plusieurs agents pathogènes. Les autopsies ont mis en évidence la présence très fréquente d'organes atteints. Il s'agit, par ordre de décroissance, du foie, de certaines parties du tube digestif telles que l'intestin, le cæcum et le complexe gésier-proventricule, d'organes de l'appareil cardio-respiratoire. En fonction de la fréquence des agents pathogènes isolés et identifiés, on peut considérer comme dominantes les pathologies suivantes : la colibacillose, la salmonellose, les helminthoses, la trichomonose et la coccidiose, alors que la candidose et la maladie de Newcastle étaient plutôt rares. Les trichomonades, ayant provoqué en 1980 au Burkina Faso des épizooties meurtrières dans les élevages de pintades (10) avec un taux global de mortalité de 88 p. 100, ont été retrouvés dans cette étude en troisième position après les coccidies et les ascaris parmi les agents parasitaires isolés. Les conditions qui entraînent l'explosion meurtrière de la trichomonose gagneraient donc à être élucidées.

Cette étude confirme les observations de Saunders (9) sur l'importance des salmonelles au niveau surtout des élevages traditionnels. Dans ces élevages, 23 p. 100 des prélèvements ensemencés étaient positifs pour des salmonelles. Le Coz-Douin (7) a signalé qu'il existe plus de 2 000 sérovars de salmonelles répertoriés à l'heure actuelle. Si certains sont adaptés aux volailles d'autres, par contre, peuvent infecter et être transmis entre tous les animaux, l'homme y compris. Il serait indispensable dans les études à venir de poursuivre toute identification de salmonelle isolée par la recherche de sérovar. Cela permettrait, non seulement une meilleure connaissance épidémiologique du germe, mais aussi une orientation plus sérieuse du pronostic et le succès du traitement.

Il faut enfin noter que les élevages de pintades enquêtés ne disposaient d'aucun programme de prophylaxie ou de suivi sanitaire, bien que certains éleveurs aient utilisé la pharmacopée traditionnelle sur leurs oiseaux à titre curatif. Des décoctions d'écorces et de racines de plantes (néré, caïlcédrat, cerisier, baobab et autres) sont utilisées contre certaines maladies infectieuses, la potasse et le piment contre les diarrhées, la cendre de bois et les résidus de beurre de karité contre les parasites externes. Ces connaissances empiriques gagneraient bien sûr à être confirmées, expérimentées et éventuellement standardisées.

■ CONCLUSION

Au Burkina Faso, la mélagriculture se pratique essentiellement selon un mode traditionnel. La volaille en général fait l'objet de très peu d'attention et se présente comme un produit de cueillette, vite récolté en cas de besoin. Une amélioration des principaux aspects de la production des pintades contribuerait à diminuer les taux de mortalité élevés de ces oiseaux et en conséquence à améliorer l'alimentation des populations. Les causes de mortalité des pintadeaux au Burkina Faso sont multifactorielles et impliquent probablement autant les conditions d'élevage et l'alimentation que des microorganismes et des parasites.

BIBLIOGRAPHIE

1. ALAMARGO T.J., 1982. Manuel d'anatomie et d'autopsie aviaire. Maisons-Alfort, France, Le point vétérinaire, 48 p.
2. Atelier régional sur le développement de l'élevage de la pintade en régions sèches africaines, vol. 1 et 2, 1992. Rome, Italie, FAO, 125 p.
3. BARNOUIN J., FAYET J.C., JAY M., BROCHART M., 1986. Enquête écopathologique continue : facteurs de risque des mammites de la vache laitière. I. Analyses multidimensionnelles sur données d'élevage. *Can. vet. J.*, **27** : 135-145.
4. Développement de l'aviculture traditionnelle en Afrique tropicale, 1989. Fiches techniques d'élevage tropical. Maisons-Alfort, France, IEMVT-CIRAD, 8 p.
5. Enquête nationale sur l'effectif du cheptel, 1989. Ouagadougou, Burkina Faso, Secrétariat d'Etat à l'élevage, 139 p.
6. FAYE B., LEFEVRE P.C., LANCELOT R., QUIRIN R., 1994. Ecopathologie animale : méthodologie, applications en milieu tropical. Maisons-Alfort, France, CIRAD-EMVT, 119 p.
7. LE COZ-DOUIN J., 1992. L'élevage de la pintade. Maisons-Alfort, France, Le point vétérinaire, 46 p.
8. LE TURDU Y., 1988. L'autopsie, le prélèvement, les commémoratifs. In : Aviculture française. Paris, France, Ministère de l'agriculture, p. 477-482.
9. SAUNDERS M.J., 1984. Aviculture traditionnelle en Haute-Volta : synthèse des connaissances actuelles et réflexions autour d'une expérience de développement (1979-1984), tomes I et II. Ouagadougou, Burkina Faso, Ministère du développement rural, 483 p.
10. SAUNDERS M.J., 1984. La trichomonose de la pintade en Haute-Volta : une protozoose meurtrière et méconnue. Projet de Développement de l'aviculture villageoise. Ouagadougou, Burkina Faso, Ministère du Développement rural, 11 p.
11. Techniques pour la réalisation des tests d'hémagglutination et d'inhibition de l'hémagglutination, 1987. Plouflagran, France, Laboratoire national de pathologie aviaire, 4 p.

Reçu le 16.9.96, accepté le 3.4.98

Summary

Bessin R., Belem A.M.G., Boussini H., Compaore Z., Kaboret Y., Dembele M.A. Causes of young guinea fowl mortality in Burkina Faso

To investigate the causes of young guinea fowl (*Numida meleagris*) mortality a survey involving 114 farmers in eight provinces was conducted in Burkina Faso, and a series of studies were carried out in 58 farms located in a more restricted area consisting of five provinces where 3017 guinea fowls 0-3 months of age were monitored daily. The survey showed on one hand a total mortality rate of 73% and on the other hand deficient rearing techniques concerning habitat, heating, nutrition, water and health. Daily monitoring of 3017 young fowls showed that mortality rates were estimated at 80% in improved and traditional farms, and the highest mortality rate was observed in August during the rainy season. In traditional or improved farms the microorganisms identified were *Escherichia coli*, *Salmonella* sp., *Klebsiella* sp., *Enterobacter* sp., *Pseudomonas* sp., *Proteus* sp. and *Candida albicans*. The parasites were trichomonads, coccidia, *Ascaris*, tapeworms, and spirurides of the genus *Tetrameres*. This study showed that there were many causes for young guinea fowl mortality in Burkina Faso. Moreover, farming conditions, as well as simultaneous infections, age and season have to be taken into account to improve guinea fowl farming.

Key words: Guinea fowl - *Numida meleagris* - Mortality - Rearing technique - Environmental factor - Wet season - Burkina Faso.

Resumen

Bessin R., Belem A.M.G., Boussini H., Compaore Z., Kaboret Y., Dembele M.A. Encuesta sobre las causas de mortalidad de los pollos de pintada en Burkina Faso

El presente estudio sobre las causas de mortalidad de los pollos de pintada, *Numida meleagris*, se basó en una encuesta llevada a cabo en 8 provincias de Burkina Faso, con 114 criadores y una serie de estudios realizados en 58 criaderos localizados en un área más reducida, de 5 provincias, con el seguimiento diario de 3 017 pollos de pintada de 0 a 3 meses de edad. La encuesta demostró, por un lado, una tasa global de mortalidad de 73% de los pollos y por otra parte, enormes insuficiencias técnicas en la crianza del pollo de pintada en materia de habitat, calefacción, alimentación, suministro de agua y de salud. A nivel del seguimiento cotidiano de 3 017 pollos de pintada, se encontró que las tasas de mortalidad fueron del orden de 80% en los criaderos mejorados y tradicionales, con un período de mortalidad máximo situado en agosto, durante la estación de las lluvias. Los gérmenes aislados en los criaderos tradicionales o mejorados fueron: *Escherichia coli*, *Salmonella* sp., *Klebsiella* sp., *Enterobacter* sp., *Pseudomonas* sp., *Proteus* sp. y *Candida albicans*. En cuanto a los parásitos, se identificaron los siguientes tipos: tricomonas, coccidias, áscaris, tenias y espiros del género *Tetrameres*. Este estudio demostró que las causas de mortalidad de los pollos de pintada en Burkina Faso son multifactoriales y que cualquier operación de mejoramiento de la meleagricultura (producción de pollos de pintada) debería tomar en cuenta, además de las condiciones de crianza, las infecciones simultáneas, la edad y la estación.

Palabras clave: Gallina de guinea - *Numida meleagris* - Mortalidad - Técnica de crianza - Factor ambiental - Estación húmeda - Burkina Faso.