

# Sommaire

## PATHOLOGIE INFECTIEUSE

- 277 **Physiopathologie des diarrhées du chameau au Maroc. Signes cliniques et perturbations métaboliques.** Bengoumi M., Berrada J., Rochdi M., Hidane K., De Lafarge F., Faye B. (*en français*)
- 282 **Note**
- 283 **L'acquisition de l'immunité passive par le chevreau nouveau-né de race Naine Mossi. Rôle d'une assistance à la tétée.** N'Diaye-Wereme A., Grongnet J.F., Tamboura H., Nianogo A.J., Sawadogo L. (*en français*)
- 289 **Estimation de la prévalence de la brucellose chez des buffles (*Bubalus bubalis*) de la région de la vallée du Ribeira, Etat de São Paulo, Brésil.** Mathias L.A., Del Fava C., Girio R.J.S., Samara S.I. (*en anglais*)
- 293 **La maladie de Gumboro dans les élevages semi-industriels de la région de Dakar.** Cardinale E., Arbelot B., Kaboret Y., Dayon J.F., Biaou C., Bada Algom O. (*en français*)

## PATHOLOGIE PARASITAIRE

- 297 **Interactions entre le vecteur et le trypanosome dans la détermination de la compétence vectorielle des glossines.** Kazadi J.M., Geerts S., Kageruka P., Losson B., Torreele G. (*en français*)
- 305 **Compétence vectorielle des lignées Bobo-Dioulasso et Maisons-Alfort de *Glossina palpalis gambiensis* Vanderplank 1949 infectées simultanément par *Trypanosoma brucei brucei* EATRO 1125.** Kazadi J.M., Kageruka P., Losson B., Van Hees J. (*en français*)
- 311 **Lutte contre les glossines et la trypanosomose animale en utilisant, avec des combinaisons différentes, le piège à tsé-tsé, la méthode du *pour-on* et la chimiothérapie, le long de la frontière entre l'Ouganda et le Kenya.** Magona J.W., Okuna N.M., Katabazi B.K., Omollo P., Okoth J.O., Mayende J.S.P., Drabile D.C. (*en anglais*)
- 317 **Un nouveau dispositif expérimental pour la mise au point de pièges à tsé-tsé. Premier essai sur *Glossina fuscipes fuscipes* en République centrafricaine.** Gouteux J.P. (*en français*)
- 320 **Informations**
- 321 **Diagnostic expérimental (ELISA) de la schistosomose ovine au Sénégal.** Diaw O.T., Seye M., Seye M.Mb., N'Diaye Th., Kaboret Y., Dieng Kh., Sarr Y. (*en français*)

## RESSOURCES ANIMALES

- 326 **Informations**
- 327 **Caractérisation phénotypique des ânes de trait dans la zone soudano-sahélienne du Cameroun.** Ebangi A.L., Vall E. (*en anglais*)
- 335 **Facteurs affectant le poids à la naissance, la croissance et la viabilité des veaux en milieu paysan au Nord du Cameroun.** Njoya A., Bouchel D., Ngo Tama A.C., Planchenault D. (*en français*)
- 345 **Types et races de chameau de Bactriane (*Camelus bactrianus*) en Chine.** Zhao X.X. (*en anglais*)

## INDEX

- 353 **Index 1998 des auteurs, des mots-clés et géographique**

# Contents

## INFECTIOUS DISEASES

- 277 **Physiopathology of diarrhea in the camel calf in Morocco. Clinical signs and metabolic disturbances.** Bengoumi M., Berrada J., Rochdi M., Hidane K., De Lafarge P., Faye B. (*in French*)
- 282 **Note**
- 283 **Acquisition of passive immunity by newborn Dwarf Mossi kids. Role of assisted sucking.** N'Diaye-Wereme A., Grongnet J.F., Tamboura H., Nianogo A.J., Sawadogo L. (*in French*)
- 289 **Estimated prevalence of brucellosis in buffaloes (*Bubalus bubalis*) from the Ribeira Valley region, State of São Paulo, Brazil.** Mathias L.A., Del Fava C., Girio R.J.S., Samara S.I. (*in English*)
- 293 **Gumboro disease in semiintensive poultry farms of Dakar area.** Cardinale E., Arbelot B., Kaboret Y., Dayon J.F., Biaou C., Bada Algom O. (*in French*)

## PARASITIC DISEASES

- 297 **Interactions between vector and trypanosome in determining the vectorial competence of tsetse flies.** Kazadi J.M., Geerts S., Kageruka P., Losson B., Torreele G. (*in French*)
- 305 **Vectorial competence of the lines Bobo-Dioulasso and Maisons-Alfort of *Glossina palpalis gambiensis* Vanderplank 1949 simultaneously infected by *Trypanosoma brucei brucei* Eatro 1125.** Kazadi J.M., Kageruka P., Losson B., Van Hees J. (*in French*)
- 311 **Control of tsetse and animal trypanosomosis using a combination of tsetse trapping, pour-on and chemotherapy along the Uganda-Kenya border.** Magona J.W., Okuna N.M., Katabazi B.K., Omollo P., Okoth J.O., Mayende J.S.P., Drabile D.C. (*in English*)
- 317 **Refining tsetse traps via a new experimental set-up. First trials against *Glossina fuscipes fuscipes* in the Central African Republic.** Gouteux J.P. (*in French*)
- 320 **Notice**
- 321 **Experimental diagnosis (ELISA) of sheep schistosomosis in Senegal.** Diaw O.T., Seye M., Seye M.Mb., N'Diaye Th., Kaboret Y., Dieng Kh., Sarr Y. (*in French*)

## ANIMAL RESOURCES

- 326 **Notice**
- 327 **Phenotypic characterization of draft donkeys within the Sudano-Sahelian zone of Cameroon.** Ebangi A.L., Vall E. (*in English*)
- 335 **Factors affecting birth weight, growth and viability of calves in rural farms in Northern Cameroon.** Njoya A., Bouchel D., Ngo Tama A.C., Planchenault D. (*in French*)
- 345 **Types and breeds of the Chinese Bactrian camel (*Camelus bactrianus*).** Zhao X.X. (*in English*)

## INDEX

- 353 **Author, key word, geographical 1998 index**

# Sumario

## PATOLOGIA INFECCIOSA

- 277 **Fisiopatología de las diarreas del camellejo en Marruecos. Signos clínicos y perturbaciones metabólicas.** Bengoumi M., Berrada J., Rochdi M., Hidane K., De Lafarge F., Faye B. (*en francés*)
- 282 **Nota**
- 283 **Adquisición de inmunidad pasiva en el cabrito recién nacido de raza Enana Mossi. Papel de la asistencia al mamar.** N'Diaye-Wereme A., Grongnet J.F., Tamboura H., Nianogo A.J., Sawadogo L. (*en francés*)
- 289 **Prevalencia estimada de la brucelosis en búfalos (*Bubalus bubalis*) de la región del Valle Ribeira, estado de Santo Paulo, Brasil.** Mathias L.A., Del Fava C., Girio R.J.S., Samara S.I. (*en inglés*)
- 293 **Enfermedad de Gumboro en los criaderos semi industriales en la región de Dakar.** Cardinale E., Arbelot B., Kaboret Y., Dayon J.F., Biauou C., Bada Algom O. (*en francés*)

## PATOLOGIA PARASITARIA

- 297 **Interacciones entre el vector y el tripanosoma en la determinación de la competencia vectorial de las glosinas.** Kazadi J.M., Geerts S., Kageruka P., Losson B., Torreele G. (*en francés*)
- 305 **Competencia vectorial de los linajes Bobo-Dioulasso y Maisons-Alfort de *Glossina palpalis gambiensis* Vanderplank 1949 infectados simultáneamente por *Trypanosoma brucei brucei* EATRO 1125.** Kazadi J.M., Kageruka P., Losson B., Van Hees J. (*en francés*)
- 311 **Control de la mosca tse-tsé y de la tripanosomosis animal mediante el uso de una combinación de trampas tse-tsé, baños *pour-on* y terapia química a lo largo de la frontera entre Uganda y Kenya.** Magona J.W., Okuna N.M., Katabazi B.K., Omollo P., Okoth J.O., Mayende J.S.P., Drabile D.C. (*en inglés*)
- 317 **Nuevo dispositivo experimental para la implantación de trampas para tse-tsé. Primero ensayo con *Glossina fuscipes fuscipes* en la República centroafricana.** Gouteux J.P. (*en francés*)
- 320 **Información**
- 321 **Diagnóstico experimental (ELISA) de la esquistosomosis en el ovino en Senegal.** Diaw O.T., Seye M., Seye M.Mb., N'Diaye Th., Kaboret Y., Dieng Kh., Sarr Y. (*en francés*)

## RECURSOS ANIMALES

- 326 **Información**
- 327 **Caracterización fenotípica de los burros de tiro en la zona sudano-saheliana de Camerún.** Ebangi A.L., Vall E. (*en inglés*)
- 335 **Factores que afectan el peso, el crecimiento y la viabilidad de los terneros en un medio rural en el Norte de Camerún.** Njoya A., Bouchel D., Ngo Tama A.C., Planchenault D. (*en francés*)
- 345 **Tipos y razas de camello Bactriano chino (*Camelus bactrianus*).** Zhao X.X. (*en inglés*)

## INDICE

- 353 **Indice 1998 de autores, de temas y geográfico**

# Physiopathologie des diarrhées du chamelon au Maroc. Signes cliniques et perturbations métaboliques

M. Bengoumi <sup>1</sup> J. Berrada <sup>1</sup> M. Rochdi <sup>1</sup>  
K. Hidane <sup>2</sup> F. De Lafarge <sup>3</sup> B. Faye <sup>4</sup>

## Mots-clés

Chameau - Jeune animal - Diarrhée - Métabolisme - Déshydratation - Maroc.

## Résumé

La diarrhée du chamelon est une pathologie majeure au Maroc. Dans une étude de terrain, 58 animaux diarrhéiques et 20 animaux sains issus de 30 troupeaux du Sud du Maroc ont été examinés et des prélèvements de sang et de matières fécales réalisés. L'état général des chamelons a semblé, en moyenne, relativement peu atteint. Les perturbations métaboliques remarquables ont été : une augmentation de l'hématocrite chez les chamelons malades (39 vs 29 p. 100), une diminution de la natrémie (152 vs 155 mmol/l) et de la bicarbonatémie (22 vs 25 mmol/l), une augmentation de la créatinine (97 vs 86 µmol/l) et une hypoglycémie (6,5 vs 7,7 mmol/l). Elles traduisaient une déshydratation hypotonique avec acidose compensée. La colibacillose a été observée dans un tiers des cas de diarrhée et la salmonellose (*Salmonella enteritidis*) dans 8,5 p. 100 des cas. Aucun cas de cryptosporidiose n'a été

observé.

tion avec d'autres facteurs tels que l'infestation parasitaire

## ■ INTRODUCTION

Les diarrhées du chamelon représentent une contrainte majeure à la productivité numérique du cheptel camélin (12), notamment au Maroc (20), du fait de son impact sur la mortalité des jeunes. Au Niger, par exemple, les deux tiers (68 p. 100) des causes de mortalité du jeune entre 0 et 1 an sont attribuées aux diarrhées (6). Ces épisodes diarrhéiques peuvent parfois prendre une véritable allure épizootique. Au Maroc, pendant l'hiver 1996-1997, plus de 30 p. 100 des chamelons de moins d'un an ont été affectés par des entérites colibacillaires probablement associées à des viroses non-identifiées, aboutissant à la mort dans un tiers des cas (5).

Comme pour les autres espèces d'élevage, l'étiologie de ces diarrhées est multifactorielle et plusieurs agents pathogènes concourent à l'expression clinique de cette pathologie, en interac-

1. Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, BP 6202, Rabat, Maroc

2. Direction provinciale de l'Agriculture, Laâyoune, Maroc

3. CHU Toulouse-Rangueil, 31054 Toulouse, France

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

et le statut nutritionnel et immunologique des animaux (2).

Les pratiques d'élevage (distribution du colostrum) et le statut nutritionnel de la mère semblent également jouer un rôle prépondérant. Les travaux de recherche concernant les diarrhées ne peuvent donc se limiter à la seule diagnose des agents pathogènes dans les fèces des animaux malades. Des approches écopathologiques (prise en compte des pratiques d'élevage) (13) et physiopathologiques (analyse des perturbations métaboliques) peuvent utilement contribuer à améliorer la connaissance du syndrome diarrhée des jeunes.

La présente étude vise précisément à fournir quelques éléments d'information sur les perturbations métaboliques consécutives à des épisodes diarrhéiques chez le chamelon dans le but de proposer des thérapeutiques appropriées à cette espèce.

## ■ MATERIEL ET METHODES

L'étude a été réalisée dans la zone d'élevage camélin du Maroc (régions de Laâyoune, Boujdour, Dakhla, Tantan et Guelmim), c'est-à-dire, grosso modo, dans la moitié sud du pays. La période d'étude a correspondu avec la période maximale de mise bas, soit de décembre 1996 à février 1997. Au total, 30 troupeaux ont été visités. Le choix des troupeaux s'est basé sur la présence d'animaux diarrhéiques en leur sein, cette présence étant signalée par les vétérinaires locaux.

### Prélèvements

Après un examen clinique, des prélèvements de sang et de matières fécales ont été réalisés chez tous les animaux diarrhéiques et, dans la mesure où cela a été possible, sur des animaux sains et d'âge comparable appartenant au même troupeau. Au total, les observations ont porté sur 58 animaux diarrhéiques et 20 animaux apparemment sains. Les animaux prélevés étaient âgés de 0 à 3 mois maximum. Les jeunes ont été soumis à un allaitement maternel intégral mais, à partir de la troisième semaine, la consommation de fourrages sur parcours a été courante.

Le prélèvement sanguin a consisté en deux échantillons de 10 ml ponctionnés à la veine jugulaire dans des tubes vacutainer héparinés. Après centrifugation, le plasma collecté a été stocké à -20 °C jusqu'à l'analyse. Les matières fécales ont été prélevées directement du rectum, puis stockées dans des tubes stériles à -20 °C.

### Examen clinique

Une fiche d'anamnèse a été remplie pour chaque chamelon prélevé, indiquant le sexe, l'âge, le poids, l'âge au début de l'apparition des symptômes, les signes cliniques relevés par l'éleveur, les mesures thérapeutiques et toute information sur les conditions d'apparition réelles ou supposées du syndrome diarrhéique. Au remplissage de cette fiche classique d'anamnèse a été ajouté un examen clinique approfondi comprenant trois étapes :

- un examen de l'état général de l'animal, c'est-à-dire l'état des grandes fonctions (appétit, aspect général, attitude), des auscultations cardiaque et pulmonaire, une prise de température rectale ;
- un examen détaillé des selles (consistance, couleur, odeur, présence d'éléments tels que du mucus, du sang, de la fibrine, des parasites) ;
- une description des signes cliniques de déshydratation (enfoncement des globes oculaires, chaleur de la cavité buccale, test du pli cutané).

### Analyse de sang

Dès le prélèvement, l'hématocrite a été estimé après centrifugation

du sang total pendant 15 min à 3 000 g. Les paramètres biochimiques témoins des perturbations métaboliques ont été analysés sur un auto-analyseur Ektachem Kodak XR 700. Ces paramètres analysés étaient des électrolytes indicateurs du métabolisme hydro-minéral (sodium, potassium, chlorures, bicarbonates, calcium, phosphore), des paramètres organiques indicateurs du métabolisme énergétique et azoté (glucose, urée, protéines totales, créatinine, bilirubine totale) et des enzymes, témoins de la souffrance cellulaire, hépatique ou musculaire (aspartate amino-transférase (ASAT), alanine amino-transférase (ALAT), lactate déshydrogénase (LDH), gamma-glutamyl transférase (GGT) et phosphatases alcalines (PAL)).

### Analyse des fèces

L'analyse bactériologique des matières fécales s'est focalisée sur la présence de *Salmonella*, de colibacilles et de cryptosporidies selon les méthodes classiques : enrichissement sur bouillon de tétrathionate de sodium, isolement sur gélose, identification biochimique et sérotypage (salmonelles et colibacilles), frottis fixés au méthanol et lecture au microscope après coloration (cryptosporidies).

### Analyse statistique

Le traitement statistique s'est appuyé sur des méthodes paramétriques de comparaison (test t de Student) après analyse de la variance à un critère de classification (ANOVA).

## ■ RESULTATS

### Appréciation de l'état général

La diarrhée n'a pas semblé fortement influencer l'état général des animaux atteints, sauf dans quelques rares cas (figure 1). Globalement, le syndrome diarrhéique s'est traduit par un état d'embonpoint moyen (54 p. 100 des cas), une faible perte d'appétit (52 p. 100 des cas), une bonne réactivité (81 p. 100 des cas) et une température rectale comprise entre 38 et 39,5 °C (93 p. 100 des

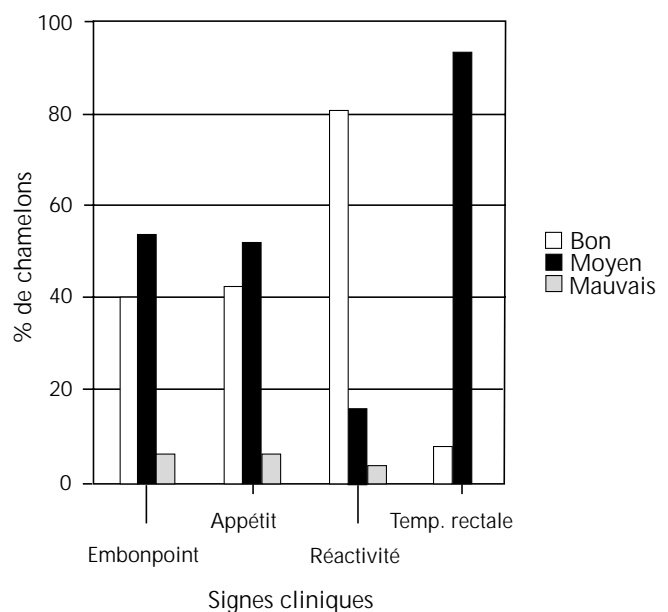


Figure 1 : évaluation de l'état général des chamelons diarrhéiques (n = 58).

Tableau I

Caractéristiques physiques des selles  
des chamelons diarrhéiques

| Signe                 | Degré             | % de cas |
|-----------------------|-------------------|----------|
| Réflexe de défécation | rapide            | 78       |
|                       | lent              | 22       |
| Consistance           | compacte          | 0        |
|                       | pâteuse           | 16       |
|                       | en bouillie       | 33       |
|                       | liquide           | 29       |
|                       | séreuse           | 22       |
| Couleur               | blanchâtre        | 4        |
|                       | jaunâtre          | 14       |
|                       | jaune verdâtre    | 21       |
|                       | verdâtre          | 53       |
|                       | brune             | 8        |
| Odeur                 | normale           | 4        |
|                       | légèrement fétide | 45       |
|                       | fétide            | 51       |
| Éléments anormaux     | absence           | 60       |
|                       | mucus             | 17       |
|                       | fibrine           | 4        |
|                       | sang              | 19       |

cas). Les chamelons sains ne sont pas mentionnés dans la figure 1, l'ensemble des critères étant classés dans la catégorie « bon ».

### Analyse des matières fécales

Les résultats de l'analyse descriptive des matières fécales sont répertoriés dans le tableau I. Ils indiquent entre autres que plus de 50 p. 100 des échantillons ont présenté une consistance liquide et séreuse et une odeur nauséabonde. Par ailleurs, la présence d'éléments tels que du sang, de la fibrine et du mucus a été relevée dans 40 p. 100 des cas.

### Signes de déshydratation

La déshydratation est un indicateur de la gravité du syndrome diarrhéique chez le jeune. Elle se traduit par la persistance du pli cutané (supérieure à 10 sec dans 43 p. 100 des cas), une veine jugulaire faiblement perceptible (58 p. 100 des cas), une énophtalmie sévère (9 p. 100 des cas), une cavité buccale légèrement froide ou très froide (34 p. 100 des cas) et un réflexe de succion faible ou désorganisé (67 p. 100 des cas). En attribuant une note de 0 à 2 pour chacun de ces critères selon la gravité du symptôme observé, une note globale de 0 à 10 a été attribuée aux animaux diarrhéiques, permettant de les classer en trois groupes :

- déshydratation nulle ou insignifiante (note générale de 0 à 3) : 55 p. 100 des cas ;

- déshydratation modérée (note générale de 4 à 7) : 41 p. 100 des cas ;

- déshydratation sévère (note générale de 8 à 10) : 4 p. 100 des cas.

Au total, près de la moitié des animaux affectés souffraient de déshydratation.

### Paramètres sanguins

Sur l'ensemble des paramètres analysés, cinq ont différencié significativement entre les animaux diarrhéiques et les animaux apparemment sains. Il s'agissait de l'hématocrite, de la natrémie, de la bicarbonatémie, de la créatininémie et de la glycémie (tableau II).

### Analyse bactériologique et parasitaire

Un tiers des animaux diarrhéiques (32 p. 100) ont présenté une colibacillose vs 8 p. 100 chez les chamelons apparemment sains. En revanche, le taux de prévalence salmonellique était deux fois plus important chez les chamelons non diarrhéiques (16,6 p. 100) que chez les animaux atteints (8,5 p. 100). Le sérotype principal a été *S. enteritidis*. Chez les animaux malades, quelques cas d'*Enterobacter* (4,2 p. 100) et de *Proteus* (2,1 p. 100) ont été identifiés. Aucun cas de cryptosporidiose n'a pu être observé.

## DISCUSSION

### Description clinique

Le syndrome diarrhéique n'a pas semblé affecter sévèrement l'état général des chamelons, contrairement à l'état adynamique décrit majoritairement chez le veau (25). L'amaigrissement prononcé n'a

Tableau II

Comparaison des paramètres métaboliques sanguins  
entre les animaux diarrhéiques et les animaux sains

| Paramètres                             | Animaux diarrhéiques<br>(n = 58) | Animaux sains<br>(n = 20) |
|--|----------------------------------|---------------------------|
| Hématocrite (%)                        | 39 ± 3                           | 29 ± 4 *                  |
| Na (mmol/l)                            | 152 ± 6                          | 155 ± 2 *                 |
| K (mmol/l)                             | 5,5 ± 0,9                        | 5,0 ± 0,6 ns              |
| Cl <sup>-</sup> (mmol/l)               | 113 ± 6                          | 112 ± 3 ns                |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol/l) | 22 ± 4                           | 25 ± 4 *                  |
| Ca (mmol/l)                            | 2,48 ± 0,24                      | 2,61 ± 0,14 ns            |
| P (mmol/l)                             | 2,92 ± 0,53                      | 3,06 ± 0,45 ns            |
| Protéines totales (g/l)                | 57 ± 10                          | 56 ± 5 ns                 |
| Urée (mmol/l)                          | 4,6 ± 2,2                        | 4,4 ± 2,4 ns              |
| Créatinine (µmol/l)                    | 97 ± 48                          | 86 ± 21 *                 |
| Bilirubine totale (µmol/l)             | 2,2 ± 0,6                        | 2,2 ± 0,5 ns              |
| Glucose (mmol/l)                       | 6,5 ± 2,0                        | 7,7 ± 1,7 *               |
| PAL (U/l)                              | 324 ± 167                        | 476 ± 159 *               |
| ASAT (U/l)                             | 114 ± 50                         | 117 ± 29 ns               |
| ALAT (U/l)                             | 21 ± 6                           | 20 ± 8 ns                 |
| LDH (U/l)                              | 2 735 ± 1 244                    | 2 513 ± 1 252 ns          |
| GGT (U/l)                              | 16 ± 10                          | 19 ± 11 ns                |

\* Significativement différent  
ns : non significativement différent

été observé que dans un nombre limité de cas et la température rectale est restée comprise majoritairement entre 38 et 39 °C, ce qui, dans le contexte climatique de la période d'étude (saison hivernale), peut être considéré comme quasi normal. Quelques cas d'hypothermie ont pu cependant être observés.

En revanche, les caractéristiques des selles ont été notablement modifiées, notamment la réponse à la stimulation de la défécation, la consistance et l'odeur, en accord avec ce qui est observé chez le veau (25). Les fermentations intestinales associées à l'entérite sont à l'origine de ces modifications, plus marquées chez les plus jeunes en allaitement total, les protéines du lait subissant des putréfactions rapides.

Les pertes hydriques par la voie fécale lors de la diarrhée conduisent à un état de déshydratation généralement rapide, principalement marquée par l'énophtalmie (bien observée chez le veau). La froideur de la cavité buccale et, souvent aussi, des extrémités est la conséquence de l'hypovolémie et de la vasoconstriction périphérique qui en résulte, ce que révèle l'hématocrite.

Cependant, le degré de consistance des matières fécales ne semble pas lié au degré de déshydratation, conformément à des observations similaires faites chez le veau (25).

## Paramètres sanguins

### Hématocrite

L'hématocrite renseigne globalement sur le volume des liquides circulants (hémodilution, hémococoncentration) au cours des privations ou des apports d'eau. La mesure de l'hématocrite peut donc apporter des informations utiles sur l'état de déshydratation de l'animal. La fuite d'eau dans les selles se répercute directement sur le liquide extracellulaire, essentiellement le plasma. L'hypovolémie et l'hémococoncentration qui en résultent conduisent à une

élévation des éléments corpusculaires du sang. Les valeurs habituelles de l'hématocrite varient entre 25 et 30 p. 100 avec des extrêmes pouvant varier de 22 à 43 p. 100. Ces valeurs sont comparables à celles des autres herbivores domestiques, mais inférieures à celles de la plupart des autres mammifères. Selon certaines observations, l'hématocrite est plus faible chez les jeunes chamelons que chez les adultes (22,3 vs 27,2 p. 100) (21). Ces résultats ne concordent pas avec ceux de Petrelli et coll. (22) qui relèvent un hématocrite de 16,5 p. 100 à la naissance, 22 p. 100 à un an et 20,6 p. 100 à 16 ans. Dans le cas présent, l'état diarrhéique s'est caractérisé par une augmentation moyenne de 10 points de la valeur de l'hématocrite.

### Electrolytes

Les valeurs observées chez les chamelons apparemment sains étaient tout à fait comparables à celles répertoriées dans la littérature (1, 10). Chez les chamelons malades, la natrémie a baissé significativement mais dans une proportion moins importante que celle décrite chez le veau diarrhéique (9, 19). L'hyponatrémie est directement la conséquence de la fuite de cet électrolyte dans les matières fécales (17). Il s'agirait donc d'une déshydratation de type hypotonique, caractérisée par la diminution de la pression osmotique.

En moyenne, la kaliémie n'a pas été modifiée bien que, dans quelques cas, des augmentations aient été observées chez les animaux malades. Chez le veau diarrhéique, l'élévation de la kaliémie est plus importante (9, 18, 19). Cette hyperkaliémie est liée au passage des ions  $K^+$  du milieu intracellulaire vers le compartiment extracellulaire, contribuant ainsi par l'échange avec l'ion  $H^+$  à compenser l'acidose métabolique (11). Le rapport K intra/K extracellulaire influe sur le potentiel d'action membranaire pouvant conduire à une perturbation de la fonction nerveuse, musculaire et cardiaque. L'animal en état d'hyperkaliémie devient faible, léthargique (17). Dans cette étude, l'absence d'hyperkaliémie chez le chamelon diarrhéique explique donc que l'abattement s'avère un symptôme moins fréquent que chez les veaux.

Les relations entre chlorurémie et diarrhée sont loin d'être claires et les résultats de la littérature sont plutôt contradictoires (15, 18, 19).

Dans cette étude, bien qu'en moyenne aucune différence n'ait été observée entre les animaux malades et les animaux sains, 12 p. 100 des chamelons diarrhéiques ont présenté une chlorurémie élevée supérieure à 118 mmol/l.

La diminution de la concentration en bicarbonates dans le sang des chamelons diarrhéiques était tout à fait conforme aux résultats répertoriés chez le veau (7, 9, 19). Elle était le signe d'une acidose métabolique, l'ion bicarbonate ayant eu essentiellement un rôle de tampon.

### Paramètres organiques

Les valeurs observées dans cette étude chez les animaux sains étaient comparables aux résultats déjà publiés pour cette espèce (10, 14). La glycémie était généralement plus élevée chez les jeunes que chez les adultes du fait de l'apport en lactose et, sans doute, du stress lors du prélèvement.

Généralement, la diarrhée se traduit par une élévation de la protéinémie, de l'urémie et de la créatininémie par un simple effet d'hypovolémie liée à la déshydratation. Celle-ci aboutissant à une diminution de la diurèse, on observe une accumulation des produits issus du catabolisme protéique dans le sang (19). Ces phénomènes apparaissent moins marqués chez le chamelon que chez le veau bien que chez les chamelons les plus déshydratés l'urémie dépasse 7 mmol/l.

L'hypoglycémie chez les chamelons diarrhéiques peut être associée à plusieurs causes : une anorexie (18), une diminution des réserves glycogéniques lors d'insuffisance d'apport colostrale (9), une hypoxie tissulaire (24). Enfin, l'absence de différence entre les types d'animaux concernant la bilirubinémie témoigne de l'absence d'atteinte hémolytique ou hépatobiliaire. Globalement, les chamelons diarrhéiques ont présenté des perturbations métaboliques moins sévères que les veaux malades.

### Enzymes

Aucune valeur de l'activité enzymatique n'est apparue hors norme (1). Seule la LDH, témoin d'une activité musculaire intense, a paru plus élevée chez les chamelons sains que dans les résultats rapportés dans la littérature (23), ce qui peut être attribué à l'effort physique de ces animaux pendant les déplacements auxquels ils sont contraints. Chez les chamelons atteints de diarrhée, une diminution importante de l'activité plasmique des PAL (phosphatases alcalines) a été observée chez les individus les plus malades. Ceci pouvait être lié au retard de croissance induit par la maladie. En effet, les ostéoblastes, qui sont fortement impliqués dans la croissance osseuse, sont riches en PAL et tout ralentissement de cette croissance se traduit par une baisse de l'activité enzymatique (3).

### Agents pathogènes

Les résultats bactériologiques ont confirmé que les agents pathogènes étaient aussi bien des témoins d'un déséquilibre organique que des causes primaires de la diarrhée. Le caractère multifactoriel de la diarrhée implique que la recherche des agents pathogènes ne représente qu'un élément dans l'analyse de la maladie.

Dans cette étude, les animaux porteurs de salmonelles (y compris les porteurs apparemment sains) appartenaient à des troupeaux différents et à des régions éloignées les uns des autres. Ce résultat suggère que les infections salmonelliques sont largement dispersées. Le sérotype isolé s'avère différent de ceux isolés sur le chamelon en Mauritanie (16). Les épisodes épizootiques de diarrhée, relevés dans un passé récent au Maroc, associés à une forte morta-

lité des chamelons, pourraient être attribués à une infection salmonellique dans la mesure où les signes cliniques observés (inappétence, faiblesse, diarrhée et mort en quelques jours) correspondent à ceux rapportés chez le veau salmonellique (8).

La colibacillose est une cause majeure de la diarrhée chez les jeunes chamelons (6), comme chez les jeunes veaux et les agneaux. Cependant, dans cette étude, la pathogénicité des souches n'a pas été testée. Par ailleurs, le rôle des infections virales (souvent primaires par rapport aux infections bactériennes) n'a pas pu être abordé dans le cadre de cette étude.

Enfin, la cryptosporidiose n'est pas apparue comme étant un facteur essentiel dans l'étiologie des diarrhées du chamelon au Maroc, contrairement au veau et à l'agneau (4). Du reste, il semble que seul *Globidium cameli* soit spécifique du dromadaire (12).

## ■ CONCLUSION

Cette étude a permis de préciser les signes cliniques de la diarrhée du chamelon, rarement décrite dans la littérature accessible. Si le protocole d'étude ne pouvait apporter des précisions sur l'étiologie des diarrhées chez le chamelon, l'étude des perturbations métaboliques indique clairement que le symptôme principal se caractérise par une déshydratation hypotonique avec une acidose compensée. Au traitement antibiotique classique qui peut être proposé, il convient donc d'administrer au chamelon, afin de rétablir les équilibres métaboliques, un réhydratant adapté. Cette mise au point constitue la prochaine étape de ce travail.

### Summary

Bengoumi M., Berrada J., Rochdi M., Hidane K., De Lafarge F., Faye B. Physiopathology of diarrhea in the camel calf in Morocco. Clinical signs and metabolic disturbances

Diarrhea in camel calf is Morocco main camel disease. In a field study, 58 diarrheic camel calves and 20 healthy ones from 30 South of Morocco herds were clinically examined. Blood and feces samples were also performed. On average the general condition of the camel calves appeared relatively little affected. Marked metabolic disturbances in sick camel calves were: hematocrit increase (39 vs. 29%), natremia decrease (152 vs. 155 mmol/l), bicarbonatemia decrease (22 vs. 25 mmol/l), creatinin increase (97 vs. 86 µmol/l) and hypoglycemia (6.5 vs. 7.7 mmol/l). They indicated a hypotonic dehydration with compensated acidosis. Colibacillosis was observed in a third of the cases and salmonellosis (*Salmonella enteritidis*) in 8.5% of them. No cryptosporidiosis was observed.

**Key words:** Camel - Young animal - Diarrhea - Metabolism - Dehydration - Morocco.

### Resumen

Bengoumi M., Berrada J., Rochdi M., Hidane K., De Lafarge F., Faye B. Fisiopatología de las diarreas del camellejo en Marruecos. Signos clínicos y perturbaciones metabólicas

La diarrea del camellejo es una patología mayor en Marruecos. En un estudio de campo, se estudiaron 58 animales diarreicos y 20 animales sanos, provenientes de 30 hatos del Sur de Marruecos, obteniéndose muestras de sangre y heces. El estado general de los camellejos pareció, en promedio, relativamente poco afectado. Las perturbaciones metabólicas más notorias fueron: un aumento en el hematocrito en los camellejos enfermos (39 vs 29%), una disminución del nivel de sodio en sangre (152 vs 155 mmol/l) y del nivel de bicarbonato sanguíneo (22 vs 25 mmol/l), un aumento de la creatinina (97 vs 86 µmol/l) y una hipoglucemia (6,5 vs 7,7 mmol/l). Esto se tradujo en una deshidratación hipotónica con acidosis compensatoria. La colibacilosis fue observada en un tercio de los casos de diarrea y la salmonelosis (*Salmonella enteritidis*) en 8,5% de los casos. No se observó ningún caso de criptosporidiosis.

**Palabras clave:** Camello - Animal joven - Diarrhea - Metabolismo - Deshidratación - Marruecos.



# Présence de la cowdriose (heartwater) à Mayotte (océan Indien)

E. Camus<sup>1</sup> J.-C. Fourrier<sup>2</sup> M. Vely<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Cirad-emvt, Campus international de Baillarguet, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1, France

<sup>2</sup> DSV Mayotte, BP 40, 97600 Mamoudzou, Mayotte

## Mots-clés

Bovin - *Cowdria*  
Bactériose - *Amblyomma*  
Métastigmata - Saison humide  
Mayotte - Océan Indien

La cowdriose (heartwater) est une rickettsiose transmise par les tiques du genre *Amblyomma*. Elle est présente dans toute l'Afrique sub-sahélienne, à Madagascar, dans les îles Mascareignes (la Réunion et l'île Maurice) et dans les Antilles (Guadeloupe et Antigua). Sa présence a été signalée aux Comores (2) mais n'était pas connue à Mayotte, pourtant proche.

Mayotte est située dans l'océan Indien, entre Madagascar et le Mozambique. Elle abrite une population d'environ 15 000 bovins et 23 000 caprins. Les tiques du bétail *Amblyomma variegatum* sont présentes partout, et surtout abondantes en début de saison pluvieuse (à partir de novembre).

Début décembre 1998, un éleveur de la commune de Combani (centre de l'île) a alerté les services vétérinaires. Un jeune zébu mâle croisé d'environ 9 mois venait de mourir avec des symptômes nerveux. Des *Amblyomma* étaient présents sur le corps de l'animal. Un prélèvement de cerveau a été effectué. L'examen au microscope a confirmé la présence de colonies de *Cowdria*, avec des formes en anneau particulièrement nombreuses.

Il est possible que l'introduction de la cowdriose à Mayotte soit récente car une enquête sérologique réalisée en 1995 (comm. pers. D. Martinez) n'avait révélé qu'un très faible pourcentage de bovins séropositifs. Ce très faible pourcentage rentrait dans la fourchette de réactions sérologiques non spécifiques (1). La spécificité du test a maintenant été améliorée et devrait permettre de mieux connaître la véritable situation épidémiologique de la cowdriose à Mayotte (3, 4).

Plusieurs cas de mortalité ont été signalés récemment, particulièrement

parmi les zébus croisés avec du bétail européen. Pour contrôler la cowdriose à Mayotte, il conviendra de mieux organiser la lutte contre la tique vectrice, en traitant les ruminants avec des acaricides rémanents et non toxiques tous les 14 jours pendant la saison pluvieuse. Toute infusion de génotype importé devra être particulièrement surveillée.

Nous remercions vivement pour leur collaboration M. Chirobo, éleveur à Combani, et M. Abdou Achirafi, technicien des Services vétérinaires de Mayotte.

1. Du Plessis J.L., Bezuidenhout J.D., Brett M.S., Camus E., Jongejan F., Mahan S.M., Martinez D., 1993. The sero-diagnosis of heartwater: a comparison of five tests. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **46**: 123-129.

2. Du Plessis J.L., Van Gas L., Olivier J.A., Bezuidenhout J.D., 1989. The heterogeneity of *Cowdria ruminantium* stocks: cross immunity and serology in sheep and pathogenicity to mice. *Onderstepoort J. vet. Res.*, **56**: 195-201.

3. Jongejan F., Asselbergs M., Camus E., Kafuwa P.T., Langa A., Lawrence J.A., Martinez D., Muller Kobold A.C., De Vries N., Whiteland A.P., 1993. Development of improved sero-diagnosis methods for heartwater (*Cowdria ruminantium* infection) with emphasis on their application in endemic areas. In: Uilenberg G., Hamers R. Eds., Proc. EEC Contractant Workshops, Resistance or tolerance of animal to disease and veterinary epidemiology and diagnostic methods, Rethymno, Crete, Greece, November 2-6, 1992. Maisons-Alfort, France, Cirad-emvt, p. 118-122.

4. Mondry R., 1997. Validation of improved diagnostic methods for the detection of *Cowdria ruminantium* infection with special reference to the epidemiology in the Lesser Antilles. *Doct. Medicinae Veterinariae*, Hannover, Germany, 141 p.

# L'acquisition de l'immunité passive par le chevreau nouveau-né de race Naine Mossi.

## Rôle d'une assistance à la tétée

A. N'Diaye-Wereme <sup>1\*</sup> J.F. Grongnet <sup>2</sup> H. Tamboura <sup>1</sup>  
A.J. Nianogo <sup>1</sup> L. Sawadogo <sup>3</sup>

### Mots-clés

Caprin - Chevreau Nain Mossi - Immunoglobuline - Colostrum - Immunité passive - Burkina Faso.

### Résumé

Les concentrations d'immunoglobulines G (IgG) colostrales ont été mesurées chez 35 chèvres Naines Mossi, ainsi que les IgG plasmatiques de leurs chevreaux (n = 58) alimentés au pis après la naissance, avec ou sans assistance à la tétée. Les concentrations moyennes d'IgG du colostrum des chèvres étaient de 155 ± 33, 124 ± 42, 82 ± 42 et 55 ± 29 g/l, respectivement à 0, 8, 16 et 24 h *post-partum*. La parité, la gémellité et le poids vif des chèvres n'ont pas eu d'influence (p < 0,05) sur les IgG du colostrum produit. En revanche, les IgG colostrales ont été significativement corrélées à la mortalité des chevreaux à 8 (p < 0,05), 16 et 24 h (p < 0,001) postnatales. Par ailleurs, aux mêmes heures, une influence très significative (p < 0,001) des IgG colostrales des chèvres sur les IgG plasmatiques des chevreaux a été notée. Le poids à la naissance a eu une influence (p < 0,05) sur la mortalité des chevreaux et a varié inversement avec ce paramètre. L'assistance des chevreaux à la tétée a influencé positivement (p < 0,05) leurs IgG plasmatiques 8 et 16 h après la naissance. Ces taux d'IgG ont été significativement (p < 0,001) liés à la mortalité des chevreaux.

### ■ INTRODUCTION

Les chevreaux, ainsi que tout nouveau-né des autres espèces animales à placentation syndesmochoriale ou épithéliochooriale (ruminants, suidés et équidés) ne reçoivent pas d'anticorps maternels *in utero*. Ils sont tributaires de l'ingestion du colostrum de leur mère, le plus tôt possible après la naissance, pour acquérir leur immunité passive (20). Toute défaillance à l'absorption de ces anticorps maternels dans les premiers moments qui suivent la parturition prédisposerait à des pathologies infectieuses entraînant une augmentation de la morbidité et de la mortalité néonatale (17).

Des niveaux élevés de pertes chez les jeunes caprins sont reconnus comme une contrainte majeure de la production caprine. De nom-

breux facteurs, comme le faible poids à la naissance, la prématurité, les portées multiples, l'hypothermie, et d'autres conditions environnementales et climatiques, contribuent à élever la mortalité des jeunes (19, 24). Dans les systèmes extensifs, les pertes sont estimées à 10-60 p. 100 contre 8-17 p. 100 dans les systèmes intensifs. Ces mortalités ont lieu plus fréquemment dans les tout premiers jours qui suivent la naissance.

Au Burkina Faso, l'exploitation des caprins représente 50 p. 100 du revenu des agropasteurs. Pour eux, l'espèce caprine constitue le premier recours pour la résolution des problèmes financiers courants et pour l'autoconsommation. C'est également le produit de la vente des caprins qui sert de fonds d'épargne en permettant la reconstitution des troupeaux bovin et ovin. Par ailleurs, le taux de prélèvement des caprins dont l'âge est compris entre 0 et 1 an est de 23 p. 100 et atteint 51,4 p. 100 pour ceux de 1 à 2 ans (26). Pourtant, la mortalité des caprins élevés dans les régions tropicales est souvent très forte (11).

Chez la race Naine du Burkina Faso, la mortalité est estimée à 18,3 p. 100 avec un taux de reproduction de 1,52 jeune par chèvre et par an (18). Le manque à gagner engendré par la mortalité des chevreaux se chiffre à 1,2 million de têtes, soit 2,9 milliards de francs CFA\*\*. Cette somme est d'autant plus importante que le Burkina Faso est un pays à 90 p. 100 agricole avec un Pnb d'environ 145 000 FCFA par habitant (7).

1. Institut de l'environnement et de recherches agricoles, 03 BP 7192, Ouagadougou 03, Burkina Faso  
Tél. : (226) 31 92 29 ; fax : (226) 31 92 30  
E-mail : panimale@fasonet.bf

2. Laboratoire du jeune ruminant, 65 rue de Saint Briec, 35042 Rennes Cedex, France

3. Faculté des sciences et techniques, 01 BP 7021, Université de Ouagadougou, Burkina Faso

\* Auteur pour la correspondance

\*\* Données calculées à partir des estimations de la cellule Statistiques animales du ministère de l'Agriculture et de l'élevage du Burkina Faso (ministère délégué chargé des Ressources animales)

Comparativement aux espèces bovine et ovine, peu de travaux scientifiques ont concerné les caprins au Burkina Faso, et aucune étude portant sur l'immunité passive du nouveau-né n'a encore été entreprise. En revanche, dans les pays développés, les aspects de l'immunité du troupeau sont très importants et intégrés aux systèmes d'élevage. Dans le contexte de cette étude, le nouveau-né était donc un laissé-pour-compte dont les problèmes spécifiques étaient le plus souvent confondus avec ceux des animaux plus âgés, alors qu'une attention particulière aurait dû être portée à la période néonatale. Toutes ces raisons ainsi que l'aspect économique non négligeable justifient l'attention particulière que les auteurs ont prêtée à cette espèce et en particulier au chevreau, très vulnérable aux agressions extérieures dès la naissance, entraînant ainsi une mortalité importante.

La présente expérimentation a donc eu pour objectif d'étudier le transfert de l'immunité passive colostrale chez des chevreaux Mossi afin de voir si la mortalité néonatale élevée pouvait y trouver une explication. L'influence d'une assistance à la tétée a également été étudiée car, au Burkina Faso, l'élevage est essentiellement de type extensif et ne permet pas un suivi plus rapproché du troupeau.

## ■ MATERIEL ET METHODES

### Site de l'étude

L'expérience a été conduite au Centre de recherches environnementales agricoles et de formation (Creaf) de Kamboinsé, un des centres de l'Institut de l'environnement et des recherches agricoles (Inera) qui est sous la tutelle du Centre national de la recherche scientifique et technologique (Cnrst). La station couvre une superficie de 145 ha et se situe à 12 km au nord-ouest de Ouagadougou. Le climat est caractérisé par deux saisons principales : une saison sèche d'octobre à mai et une saison pluvieuse de juin à septembre. La station fait partie de la zone Nord-soudanienne dont la pluviométrie varie de 600 à 900 mm d'eau par an, avec une végétation de type savane arborée.

### Animaux et alimentation

Trente-cinq chèvres dont 10 primipares et 25 multipares ont été utilisées dans l'expérimentation. Elles étaient conduites tous les jours au pâturage de 8 à 12 h. Au retour à la chèvrerie, elles recevaient une complémentation en graines de coton et en son de blé pendant les 180 jours précédant la parturition. La pierre à lécher et l'eau étaient disponibles *ad libitum*.

Un groupage des chaleurs a été effectué sur ces chèvres en utilisant des éponges vaginales. Les saillies ont été réalisées par monte naturelle après le retrait des éponges.

### Parturitions et regroupement

Toutes les chèvres en fin de gestation étaient gardées dans un parc fermé. Le troupeau était surveillé 24 h sur 24. Les naissances ont eu lieu sous la surveillance de deux expérimentateurs. Aussitôt après l'expulsion, le ou les chevreaux étaient recueillis, pesés, identifiés par un numéro auriculaire et immédiatement rendus à la chèvre. L'ensemble mère-jeune(s) était attribué à un des lots A (assisté) ou NA (non assisté) en respectant autant que possible un équilibre entre les poids à la naissance. Les deux lots ont été placés dans deux parcs contigus de configurations géométriques identiques.

### Assistance et tétées

Dans le lot A, dès qu'un chevreau commençait à manifester un comportement de recherche de la mamelle, l'expérimentateur s'appro-

chait du couple mère-jeune(s), immobilisait la mère et présentait directement le petit à la mamelle afin de lui éviter toute recherche du mamelon. Si le mamelon s'échappait de la bouche du chevreau, ce dernier était à nouveau incité à la tétée. Quand le chevreau était de toute évidence repu, l'incitation à la tétée était arrêtée.

### Prélèvements et analyses

Des prises de sang ont été effectuées à la veine jugulaire des chevreaux, 8, 16, 24, 32 et 48 h après la naissance, dans des microtubes héparinés. Le sang était immédiatement centrifugé et le plasma recueilli en aliquotes, puis conservé à -20 °C jusqu'aux analyses. Parallèlement, des échantillons de colostrum (10 ml environ) étaient prélevés à 0, 8, 16 et 24 h après la naissance, puis conservés également à -20 °C.

Le dosage des immunoglobulines G (IgG) a été effectué par la méthode d'immunodiffusion radiale décrite par Mancini et coll. (15), réadaptée par Levieux (14). Un sérum provenant d'un lapin immunisé contre les IgG caprines (Slac) a été obtenu en utilisant des IgG purifiées (Goat IgG n° I-5256 de Sigma Aldrich). Ce sérum a ensuite été utilisé comme immunsérum dans de la gélose (Agar noble Difco), sa réactivité ayant été préalablement testée. Les mêmes IgG purifiées (Goat IgG n° I-5256) ont été utilisées comme étalon de référence lors des dosages effectués sur les échantillons.

Des dosages de matières azotées totales (MAT) par la méthode de Kjeldahl et de matières grasses (MG) par celle de Gerber ont également été effectués sur les échantillons de colostrum des chèvres.

### Analyses statistiques

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel Statview II + Graphics sur Macintosh Plus. Des tests t de Student en séries non appariées et des Anova à un facteur ont été utilisés selon les besoins. Les comparaisons de fréquences ont été effectuées à l'aide du test non paramétrique de la probabilité exacte de Fisher (25) en raison du nombre réduit d'individus concernés.

## ■ RESULTATS

Les concentrations moyennes d'IgG mesurées dans le colostrum décroissaient de 0 à 24 h après. Cette décroissance a été significativement plus importante chez les mères de chevreaux restés vivants que chez celles dont les chevreaux sont morts à dix jours. Les valeurs mesurées à 24 h étaient respectivement de 50 g/l et de 111 g/l malgré des niveaux quasi identiques au départ (tableau I). Les chèvres multipares n'ont pas produit de colostrum plus fourni en Ig que les primipares. De même, celles qui ont mis bas plusieurs chevreaux n'ont pas présenté de teneur en Ig colostrales différente de celles qui ont mis bas un seul chevreau. Le poids à la naissance des chevreaux n'a présenté aucun lien avec les teneurs en Ig du colostrum produit par les chèvres.

Les MAT moyennes mesurées dans le colostrum des chèvres ont varié de 226 à 122 p. 1 000 entre la parturition et 24 h après (tableau II). En ce qui concerne les MG, les taux mesurés ont chuté respectivement de 113 à 69 p. 1 000 de 0 à 24 h. Une corrélation positive significative ( $p < 0,01$ ) a été observée entre le taux d'IgG du colostrum et les MAT à 8, 16 et 24 h après la parturition ; les coefficients de corrélation ont été respectivement de 0,5, 0,8 et 0,8 (tableau III). En revanche, la corrélation entre les IgG colostrales et les MG n'a été significative qu'à 16 h *post-partum* ( $p < 0,01$ ) avec un coefficient de corrélation positif significatif de 0,4.

Les 35 chèvres ont donné naissance à 58 chevreaux nés vivants dont 6 (10 p. 100) sont morts dans les dix jours qui ont suivi leur

Tableau I

Effet de la parité, de la gémellité et de la survie sur les concentrations en immunoglobulines G du colostrum de 35 chèvres Naines Mossi

| Heure | Parité                  |                       | Gémellité             |                       | Chèvres avec chevreaux |                       |
|-------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
|       | P (10)*                 | M (25)                | S (11)                | DT (24)               | Vivants (30)           | Morts (5)             |
| 0     | 154 <sup>a</sup> ± 15** | 156 <sup>a</sup> ± 39 | 145 <sup>a</sup> ± 21 | 159 <sup>a</sup> ± 51 | 155 <sup>a</sup> ± 34  | 161 <sup>a</sup> ± 18 |
| 8     | 134 <sup>b</sup> ± 30   | 120 <sup>b</sup> ± 46 | 112 <sup>b</sup> ± 24 | 128 <sup>b</sup> ± 66 | 121 <sup>A</sup> ± 42  | 178 <sup>B</sup> ± 30 |
| 16    | 89 <sup>c</sup> ± 43    | 79 <sup>c</sup> ± 42  | 72 <sup>c</sup> ± 20  | 85 <sup>c</sup> ± 47  | 77 <sup>A</sup> ± 41   | 145 <sup>B</sup> ± 25 |
| 24    | 61 <sup>d</sup> ± 25    | 52 <sup>d</sup> ± 31  | 61 <sup>d</sup> ± 22  | 53 <sup>d</sup> ± 31  | 50 <sup>A</sup> ± 28   | 111 <sup>B</sup> ± 13 |

P : primipares ; M : multipares ; S : naissances simples ; DT : naissances doubles ou triples

\* Les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre d'individus

\*\* Moyenne ± écart-type

Les moyennes figurant sur chaque ligne et suivies de lettres différentes sont significativement différentes (minuscule :  $p < 0,05$  ; majuscule :  $p < 0,01$ )

Tableau II

Composition en immunoglobulines G (IgG), en matières azotées totales (MAT) et en matières grasses (MG) du colostrum des 35 chèvres Naines Mossi

|                | Colostrum de la chèvre Naine Mossi |     |      |      |
|----------------|------------------------------------|-----|------|------|
|                | 0 h                                | 8 h | 16 h | 24 h |
| n              | 32                                 | 33  | 34   | 34   |
| IgG (g/l)      | 155                                | 124 | 82   | 55   |
| MAT (p. 1 000) | 226                                | 191 | 146  | 122  |
| MG (p. 1 000)  | 113                                | 92  | 79   | 69   |

Tableau III

Régression simple entre les valeurs en immunoglobulines G (IgG) et en matières azotées totales (MAT) du colostrum après la mise bas

|                 | Heure | MAT colostrales |                |        | Probabilité (test F) |
|-----------------|-------|-----------------|----------------|--------|----------------------|
|                 |       | 8 h             | 16 h           | 24 h   |                      |
| IgG colostrales | 8 h   | r               | r <sup>2</sup> | 0,0001 |                      |
|                 | 16 h  | 0,7             | 0,5            |        |                      |
|                 | 24 h  |                 |                |        |                      |
|                 | 8 h   | r               | r <sup>2</sup> | 0,0001 |                      |
|                 | 16 h  | 0,9             | 0,8            |        |                      |
|                 | 24 h  |                 |                |        |                      |
|                 | 8 h   | r               | r <sup>2</sup> | 0,0001 |                      |
|                 | 16 h  | 0,9             | 0,8            |        |                      |
|                 | 24 h  |                 |                |        |                      |

naissance. On a observé une mortalité élevée parmi les chevreaux dont les mères avaient un taux en IgG colostrales supérieur à 100 g/l à 16-24 h après la parturition (tableau IV). Les chevreaux morts avaient des teneurs en IgG plasmatiques significativement bien plus faibles ( $p < 0,01$ ) que ceux qui ont survécu. Chez ces derniers, le niveau maximum d'IgG dans le plasma a été atteint dès 24 h après la naissance (tableau V).

Quel que soit le type de partition (vivant ou mort, assisté ou non assisté à la tétée, simple ou jumeaux-triplés), un accroissement du taux d'Ig plasmatiques a été observé de 8 à 24 h. Dès 8 h après la naissance, les valeurs mesurées étaient très élevées, sauf pour les chevreaux qui allaient mourir dans les dix premiers jours après la naissance. Chez ces derniers, une valeur de  $1,5 \pm 1,2$  g/l a été enre-

gistrée à 8 h après la naissance, valeur faible et significativement inférieure à celle de  $31 \pm 19$  g/l relevée à la même heure chez les chevreaux ayant survécu après dix jours. A 8 et 16 h postnatales, une différence significative ( $p < 0,05$ ) entre les teneurs en IgG plasmatiques des chevreaux assistés et celles des chevreaux non assistés à la tétée a été observée. Mais cette différence n'était pas importante si l'on se réfère au niveau d'Ig nécessaire à la couverture immunologique. D'ailleurs, il n'a pas été remarqué d'incidence de l'assistance à la tétée sur la mortalité des chevreaux.

Le poids vif à la naissance des chevreaux qui ont survécu ( $n = 52$ ) a été de  $1,16 \pm 0,23$  kg, valeur significativement différente ( $p < 0,01$ ) de celle de la population de chevreaux morts lors des dix premiers jours ( $0,92 \pm 0,05$  kg). Le poids vif à la naissance des chevreaux nés seuls n'était pas significativement différent de celui des jumeaux ou des triplés (tableau VI). La taille de la portée n'a eu aucune influence sur la mortalité des chevreaux (tableau VII). Le sexe n'a pas eu d'influence sur le taux des IgG sériques des chevreaux.

## ■ DISCUSSION

### *IgG du colostrum des chèvres*

Au regard des résultats obtenus, il est apparu que la chèvre Naine Mossi produisait un colostrum très riche en Ig. De fait, les concentrations moyennes d'IgG colostrales mesurées ici à 0 et 24 h, respectivement de 155 et 55 g/l toutes parités confondues, étaient nettement au-dessus de celles couramment relatées dans la littérature pour d'autres ruminants. Ceci a été corroboré par les très hautes teneurs en MAT et MG mesurées dans le colostrum. Peu de données existent dans la littérature sur la teneur en Ig du colostrum chez la chèvre et chez la brebis. Néanmoins, des valeurs oscillant entre 27 et 41 g/l ont été rapportées chez la chèvre (2) et entre 17,5 et 113,8 g/l chez la brebis, au moment de la parturition jusqu'à 12 h plus tard (28). Chez la vache laitière, les teneurs en Ig colostrales mesurées à la première traite varient énormément selon les auteurs : 48 à 62 g/l (3, 22), 121 g/l (8), 4,8 à 88,2 g/l et 30 à 150 g/l (12, 13). La grande variabilité remarquée dans les niveaux d'Ig mesurés aussi bien dans le colostrum que dans le plasma des chevreaux rejoint les observations faites par Levieux (résultats non publiés) sur le colostrum de première traite chez la vache laitière où des extrêmes de 5 g/l (pour chacun des quatre quartiers) à 500 g/l avaient été trouvés.

La richesse en Ig du colostrum de la chèvre Naine Mossi représentée, a priori, un atout pour une couverture immunologique satisfaisante des chevreaux après la naissance. Cette situation génère

Tableau IV

Table de contingence 2 x 2 entre les fréquences des chevreaux morts et vivants dont les mères ont présenté des teneurs en immunoglobulines G (IgG) colostrales inférieures ou supérieures à 100 g/l

| Chèvres avec IgG (g/l) | Chevreaux |       |         |      |       |         |      |       |         |       |  |
|------------------------|-----------|-------|---------|------|-------|---------|------|-------|---------|-------|--|
|                        | 8 h       |       |         | 16 h |       |         | 24 h |       |         |       |  |
|                        | n         | Morts | Vivants | n    | Morts | Vivants | n    | Morts | Vivants |       |  |
| < 100                  | 17        | 0     | 17      | 38   | 0     | 38      | 51   | 1     | 50      |       |  |
| > 100                  | 38        | 6     | 32      | 20   | 6     | 14      | 6    | 4     | 2       |       |  |
| Total                  | 54        | 6     | 49      | 58   | 6     | 52      | 58   | 5     | 52      |       |  |
| PEF *                  |           | 0,95  |         |      |       | 0,009   |      |       |         | 0,002 |  |

\* Probabilité exacte de Fisher (Siegel et Castellan, 1988)

Pour certaines valeurs IgG colostrales, IgG plasmatiques, des données manquent de temps à autre à cause de l'absence d'échantillon ou de la mort de certains chevreaux

Tableau V

Evolution des teneurs en immunoglobulines G (IgG) plasmatiques (g/l) en fonction de la survie, de l'assistance à la tétée des chevreaux Mossi

| Paramètres | Chevreaux vivants |                        | Chevreaux morts |                        | Chevreaux assistés |                      | Chevreaux non assistés |                      |
|------------|-------------------|------------------------|-----------------|------------------------|--------------------|----------------------|------------------------|----------------------|
|            | n                 | IgG ± ET *             | n               | IgG ± ET               | n                  | IgG ± ET             | n                      | IgG ± ET             |
| 8 h        | 48                | 31 <sup>A</sup> ± 19   | 6               | 1,5 <sup>B</sup> ± 1,2 | 26                 | 33 <sup>a</sup> ± 20 | 28                     | 23 <sup>b</sup> ± 19 |
| 16 h       | 49                | 45 <sup>A</sup> ± 19   | 6               | 2,8 <sup>B</sup> ± 1,8 | 29                 | 45 <sup>a</sup> ± 18 | 25                     | 35 <sup>b</sup> ± 24 |
| 24 h       | 50                | 49 <sup>A</sup> ± 17   | 6               | 7,1 <sup>B</sup> ± 8   | 28                 | 47 <sup>a</sup> ± 18 | 28                     | 42 <sup>a</sup> ± 24 |
| 32 h       | 51                | 46 <sup>A</sup> ± 13,5 | 4               | 13,1 <sup>B</sup> ± 13 | 29                 | 45 <sup>a</sup> ± 16 | 26                     | 42 <sup>a</sup> ± 17 |
| 48 h       | 46                | 45 <sup>A</sup> ± 15   | 2               | 17 <sup>B</sup> ± 10,3 | 24                 | 47 <sup>a</sup> ± 15 | 24                     | 40 <sup>a</sup> ± 16 |

\* Moyenne ± écart-type

Les moyennes figurant sur la même ligne et suivies de lettres différentes sont significativement différentes (minuscule :  $p < 0,05$  ; majuscule :  $p < 0,01$ )

Pour certaines valeurs IgG colostrales, IgG plasmatiques, des données manquent de temps à autre à cause de l'absence d'échantillon ou de la mort de certains chevreaux

Tableau VI

Influence du poids à la naissance sur le mode de naissance et sur la survie des 58 chevreaux Mossi

| Chevreaux                       | Simplex     | Doubles-triples | Vivants                  | Morts                    |
|---------------------------------|-------------|-----------------|--------------------------|--------------------------|
| n = 58                          | 11          | 47              | 52                       | 6                        |
| Poids à la naissance (kg ± ET*) | 1,16 ± 0,32 | 1,13 ± 0,21     | 1,16 <sup>a</sup> ± 0,23 | 0,92 <sup>b</sup> ± 0,05 |

Les valeurs suivies de lettres différentes sont significativement différentes ( $p < 0,01$ )

\* Ecart-type

toutefois une hyperviscosité du colostrum qui peut gêner l'ingestion. La consistance du colostrum rappelle celle du lait concentré sucré. Cette hyperviscosité est en rapport avec la corrélation positive observée entre les teneurs en IgG du colostrum et celles des MAT et des MG. Vraisemblablement, les chevreaux qui vont mourir consomment très peu de colostrum. En effet, une corrélation négative et significative a été observée entre la concentration en IgG du colostrum et celle du sang des chevreaux. Par ailleurs, sur trois et deux chèvres respectivement à 0 et 8 h *post-partum*, la traite, même après des efforts répétés, est restée sans succès pour l'obtention d'échantillons de colostrum, en raison probablement de cette consistance.

Dans la présente étude, les valeurs d'IgG mesurées, aussi bien dans le colostrum des chèvres que dans le plasma de leurs chevreaux, ont été très variables et corroborent la diversité des résultats obtenus par différents auteurs sur le sujet (1, 6, 12, 20, 21).

Les valeurs d'IgG mesurées dans le colostrum de la chèvre Naine Mossi à 0 h ont été significativement et positivement corrélées à la teneur en MAT (226 p. 1 000), valeur supérieure à celle de 160 p. 1 000 rapportée par Serieys (23) pour le colostrum de première traite chez la vache. Les MG (113 p. 1 000) ont représenté plus de deux fois celles du colostrum bovin (50 p. 1 000) rapportées par le même auteur.

Tableau VII

Table de contingence 2 x 2 de l'assistance et de la taille de la portée sur la mortalité des chevreaux (toutes heures confondues)

| Chevreaux | Assistés | Non assistés | Simple | Doubles/triples |
|-----------|----------|--------------|--------|-----------------|
| n = 58    | 29       | 29           | 11     | 47              |
| Vivants   | 27       | 25           | 10     | 42              |
| Morts     | 2        | 4            | 1      | 5               |
| PEF*      | 0,23     |              | 0,42   |                 |

\* Probabilité exacte de Fisher (Siegel et Castellan, 1988)

### Poids vif, mortalité, assistance à la tétée et IgG plasmatiques des chevreaux

Le poids vif à la naissance de tous les chevreaux morts était relativement faible par rapport à celui des chevreaux qui ont survécu avec respectivement  $0,92 \pm 0,05$  kg et  $1,16 \pm 0,23$  kg. L'influence du poids à la naissance pourrait expliquer l'effet renforcé de différents autres facteurs sur la mortalité (27). Cette influence a également été mise en évidence par Chemineau et Grude chez des chevreaux créoles en élevage semi-intensif (5). De plus, les auteurs ont observé qu'un poids vif élevé militait en faveur d'une vigueur du chevreau qui motivait ainsi davantage la mère à s'intéresser à sa progéniture.

Le taux de mortalité observé chez les chevreaux Mossi était voisin de celui rapporté par O'Brien et Sherman chez des chevreaux de races Alpine, LaMancha et Saanen en élevage fermier (21). Le faible poids à la naissance a également favorisé la mortalité observée chez les chevreaux. En revanche, cette mortalité n'a été liée ni au sexe des chevreaux, ni à la taille de la portée. Des résultats similaires ont été déjà signalés (5, 19). Les chevreaux qui allaient mourir ont présenté des valeurs d'IgG plasmatiques trop faibles à 16 et 24 h pour assurer une couverture immunologique. Au bout de 24 h, le niveau plasmatique des chevreaux qui allaient mourir a été de  $7,1 \pm 8$  g/l, valeur inférieure au minimum vital de 12 g/l (20, 21). La mort des chevreaux ne pouvait pas être liée, a priori, à de faibles concentrations plasmatiques en IgG, tant le délai de survie a été court après la naissance. Ce faible taux était simplement l'indication d'une consommation insuffisante de colostrum pourtant riche en énergie. Il importe néanmoins que les différentes causes possibles de leur mort puissent être étudiées par la suite. En effet, chez le veau, plusieurs facteurs ont été reconnus comme étant associés au transfert des Ig colostrales. Parmi les plus importants se trouvent la quantité ingérée de colostrum (4, 9) et le temps entre la parturition et la première ingestion de colostrum (10, 13, 16). Les maladies infectieuses et les parasitoses à helminthes ou à protozoaires sont favorisées par un apport insuffisant d'Ig (11). Celles-ci entravent l'accès à la mamelle, entraînent une prise alimentaire insuffisante et augmentent ainsi la sensibilité des chevreaux aux divers agresseurs qui les guettent dès la naissance. La mortalité et les risques d'infection souvent fatals observés chez la chèvre Naine Mossi s'expliqueraient donc par le faible niveau immunologique des chevreaux concernés. Cette situation compromet le déclenchement des principales fonctions d'adaptation (thermorégulation, nutrition, digestion...) dont le processus est subordonné à la prise du colostrum, source de facteurs de résistance et de nutriments (13).

L'assistance à la tétée des chevreaux a permis d'obtenir des niveaux d'IgG plasmatiques significativement supérieurs ( $p < 0,05$ ) à ceux des chevreaux qui n'avaient pas reçu d'assistance,

avec à 8 et 16 h des valeurs respectives de  $33 \pm 20$  g/l et  $45 \pm 18$  g/l contre  $23 \pm 19$  g/l et  $35 \pm 24$  g/l. Malgré tout, dès 8 h, même les chevreaux qui n'avaient pas reçu d'assistance à la tétée ont eu un niveau d'IgG suffisant et supérieur au minimum vital rapporté par O'Brien et Sherman (20, 21). Ceci montre l'excellente rusticité de cette race qui a su s'adapter à son milieu.

## CONCLUSION

Cette étude a permis de déterminer les teneurs en Ig colostrales chez la chèvre Mossi ainsi que le niveau de transmission de ces Ig aux chevreaux. On remarque que le colostrum produit par cette race caprine est riche en IgG, en MAT et en MG. Le niveau élevé d'Ig présente un avantage car, avec peu de colostrum, on peut atteindre des niveaux suffisants d'Ig plasmatiques chez les chevreaux, permettant ainsi d'assurer leur protection immunologique. L'inconvénient majeur de la teneur si élevée en Ig du colostrum est son hyperviscosité qui entrave sa prise par le chevreau.

On pourrait, dans le cadre d'un élevage en milieu villageois, proposer la conduite suivante : après la mise bas, examiner systématiquement la mamelle, puis laisser le chevreau avec sa mère pendant quelques heures. Si la relation mère-chevreau pour la tétée n'était pas bien établie au bout de deux heures, il serait alors préférable d'intervenir en aidant le petit à téter ou en trayant la chèvre et en diluant ce produit avec un supplément qui pourrait être quelques décilitres de lait de vache. Ce mélange serait ensuite distribué aux chevreaux à l'aide d'un biberon. L'énergie nécessaire serait apportée aux chevreaux affaiblis ou rejetés par leur mère — fait constaté occasionnellement chez cette race caprine — réduisant ainsi les risques de mortalité avant sevrage. La mortalité néonatale serait alors maintenue à un niveau acceptable.

## Remerciements

Les auteurs adressent leurs remerciements à B. Dicko, S. Nassa, J. Lareynie et A. Huet-Cahu pour leur collaboration technique de même qu'au laboratoire du Jeune ruminant (Ensa-Rennes) pour l'aide matérielle apportée lors de la phase expérimentale et des dosages. Ils remercient vivement le Creaf de l'Inera (Burkina Faso) au travers du département Productions animales pour les moyens financiers et humains engagés pour ce travail.

## BIBLIOGRAPHIE

- ABEL FRANCISCO S.F., QUIGLEY J.D., 1993. Serum immunoglobulin concentrations after feeding maternal colostrum or maternal colostrum plus colostrum supplement to dairy calves. *Am. J. vet. Res.*, **54**: 1051-1054.
- BROOKS D.L., TILLMAN P.C., NIEMI S.M., 1984. Ungulates as laboratory animals. In: Fox J.G., Cohen B.J., Loew F.M. Eds., *Laboratory Animal Medicine*. Orlando, FL, USA, Academic Press, p. 274-294.
- BURTON J.L., KENNEDY B.W., BURNSIDE E.B., WILKIE B.N., BURTON J.H., 1989. Variation in serum concentrations of immunoglobulins G, A and M in Canadian Holstein-Friesian calves. *J. Dairy Sci.*, **72**: 135-149.
- BUSH L.J., STALEY E.T., 1980. Absorption of colostrum immunoglobulins in newborn calves. *J. Dairy Sci.*, **63**: 672-680.
- CHEMINEAU P., GRUDE A., 1985. Mortalité, poids à la naissance et croissance de chevreaux créoles nés en élevage semi-intensif. *Ann. Zootech.*, **34**: 193-204.
- DARDILLAT J., 1977. Incidence de la qualité du colostrum sur les niveaux de pertes néo-natales. *Aliment. Vie*, **65**: 48-59.
- ENCYCLOPÆDIA UNIVERSALIS, 1995. Le monde en chiffres. Paris, France, Encyclopædia Universalis, p. 146-147.
- FALLON J., HARTE F.J., KEANE M.G., 1989. Methods of artificially feeding colostrum to the newborn calf. *Irish J. Agric. Res.*, **28**: 57-63.

## Transfer of passive immunity in the Mossi kid

9. KRUSE V., 1970. Absorption of immunoglobulin from colostrum in newborn calves. *Anim. Prod.*, **12**: 627-638.
10. KRUSE V., 1970. A note on the estimation by simulation technique of the optimal colostrum dose and feeding time at first feeding after calf's birth. *Anim. Prod.*, **12**: 661-664.
11. LE GAL O., PLANCHENAU D., 1993. Utilisation des races caprines exotiques dans les zones chaudes. Contraintes et intérêts. Maisons-Alfort, France, Cirad-emvt, 261 p.
12. LEVIEUX D., 1980. Transmission de l'immunité par le colostrum chez le veau. *Bull. techn. Crzv Inra-Theix*, **4** : 39-47.
13. LEVIEUX D., 1984. Transmission de l'immunité passive colostrale : le point des connaissances. In : Jarrige R. ed., Physiologie et pathologie périnatales chez les animaux de ferme. Paris, France, Inra, p. 345-369.
14. LEVIEUX D., 1991. Dosage des IgG du lait de vache par immunodiffusion radiale semi-automatisée, pour la détection du colostrum des laits de mammites ou de fin de gestation. I. Mise au point du dosage. *Lait*, **71**: 327-338.
15. MANCINI G., CARBONARA O., HEREMANS J.F., 1965. Immunochimical quantitation of antigens by single radial immunodiffusion. *Immunochemistry*, **2**: 235-254.
16. McEWAN A.D., FISHER E.W., SELMAN I.E., 1970. An estimation of the efficiency of the absorption immunoglobulins from colostrum by newborn calves. *Res. vet. Sci.*, **11**: 239-243.
17. McEWAN A.D., FISHER E.W., SELMAN I.E., 1970. Observation on the immune globulin levels of neonatal calves and their relationship to disease. *J. comp. Pathol.*, **80**: 259-265.
18. MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ELEVAGE, 1991. Bulletin annuel statistiques de l'élevage, cellule Statistiques animales. Ouagadougou, Burkina Faso, Ministère délégué chargé des ressources animales.
19. MORAND-FEHR P., 1987. Management programs for the prevention of kids losses. In: Proc. IV International Conference on Goats, EMBRAPA-DDT, Brasilia, Brazil, March 8-13, 1987, p. 405-423.
20. O'BRIEN J.P., SHERMAN D.M., 1993. Serum immunoglobulin concentration of newborn goat kids and subsequent kid survival through weaning. *Small Rumin. Res.*, **11**: 71-77.
21. O'BRIEN J.P., SHERMAN D.M., 1993. Field methods for estimating serum immunoglobulin concentrations in newborn kids. *Small Rumin. Res.*, **11**: 79-84.
22. PRITCHETT L.C., GAY C.C., BESSER T.E., HANCOCK D.D., 1991. Management and production factors influencing immunoglobulin G<sub>1</sub> concentration in colostrum from Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, **74**: 2336-2341.
23. SERIEYS F., 1993. Le colostrum de vache. Ploufragan, France, SmithKline Beecham, 88 p.
24. SHERMAN D.M., 1987. Causes of kid morbidity and mortality: An overview. In: Proc. IV International Conference on Goats. EMBRAPA-DDT, Brasilia, Brazil, March 8-13, 1987, p. 335-354.
25. SIEGEL S., CASTELLAN N.J., 1988. Nonparametric statistics for the behavioral sciences, 2nd Ed. New York, NY, USA, McGraw-Hill, Bookmart Press, 399 p.
26. TAMBOURA H.H., 1994. Contribution à l'étude du cycle de reproduction de la chèvre Naine Mossi : aspects éthologiques et endocriniens. Thèse Doct., Université nationale de Côte d'Ivoire, Abidjan, 155 p. (n° 203)
27. VILLETTE Y., HAVET A., TCHAMITCHIAN L., MORAND-FEHR P., THERIEZ M., RICORDEAU G., 1984. Viabilité de l'agneau et du chevreau nouveau-nés. Poids à la naissance et types génétiques. In : Jarrige R. ed., Physiologie et pathologie périnatales chez les animaux de ferme. Paris, France, Inra, p. 309-328.
28. VILLETTE Y., LEVIEUX D., 1981. Etude de l'influence de l'âge de la mère sur la transmission de l'immunité passive colostrale chez l'agneau. *Ann. Rech. vét.*, **12** : 227-231.

Reçu le 22.6.98, accepté le 24.2.99

### Summary

**N'Diaye-Wereme A., Grongnet J.F., Tamboura H., Nianogo A.J., Sawadogo L.** Acquisition of passive immunity by newborn Dwarf Mossi kids. Role of assisted sucking

Colostrum immunoglobulin G (IgG) concentrations of 35 Dwarf Mossi goats were measured as well as the plasmatic IgGs of their kids (n = 58) fed from the udder after birth with or without sucking assistance. Colostrum mean IgG concentrations of goats were 155 ± 33, 124 ± 42, 82 ± 42 and 55 ± 29 g/l at 0, 8, 16, and 24 h *post-partum*, respectively. Parity, twin-births and live weight of the goats did not have a significant effect (p < 0.05) on IgGs in the produced colostrum. On the other hand, colostrum IgGs were significantly correlated to kid mortality 8 h (p < 0.05), 16 h and 24 h (p < 0.001) *post-partum*. Moreover, at the same hours colostrum IgGs of goats had a highly significant effect (p < 0.001) on plasmatic IgGs of kids. The birth weight had a significant effect (p < 0.05) on kid mortality and varied inversely with this parameter. Assisting sucking kids had a positive effect (p < 0.05) on their plasmatic IgGs, 8 and 16 h after birth. These IgGs levels were significantly (p < 0.001) related to kid mortality.

**Key words:** Goat - Dwarf Mossi kid - Immunoglobulin - Colostrum - Passive immunity - Burkina Faso.

### Resumen

**N'Diaye-Wereme A., Grongnet J.F., Tamboura H., Nianogo A.J., Sawadogo L.** Adquisición de inmunidad pasiva en el cabrito recién nacido de raza Enana Mossi. Papel de la asistencia al mamar

Se midieron las concentraciones de inmunoglobulinas G (IgG) calostrales, en 35 cabras Enanas Mossi, así como las IgG plasmáticas de sus cabritos (n = 58), alimentados en la ubre desde el nacimiento, con o sin asistencia al mamar. Las concentraciones promedio de IgG del calostro de las cabras fue de 155 ± 33, 124 ± 42, 82 ± 42 y 55 ± 29 g/l respectivamente a 0, 8, 16 y 24 h *post partum*. El número de parto, el parto gemelar y el peso vivo de las cabras no influyeron (p < 0,05) sobre las IgG del calostro producido. Las IgG calostrales, por el contrario, se correlacionaron significativamente con la mortalidad de los cabritos a 8 h (p < 0,05), 16 h y 24 h (p < 0,001) post nacimiento. Por otro lado, a las mismas horas, se observó una influencia altamente significativa (p < 0,001) de las IgG calostrales de las cabras sobre las IgG plasmáticas de los cabritos. El peso al nacimiento influyó (p < 0,05) sobre la mortalidad de los cabritos y varió inversamente a este parámetro. La asistencia de los cabritos al mamar influyó positivamente (p < 0,05) las IgG plasmáticas 8 y 16 horas después del nacimiento. Estas tasas de IgG estuvieron significativamente (p < 0,001) ligadas a la mortalidad de los cabritos.

**Palabras clave:** Caprino - Cabrito Enano Mossi - Inmunoglobulina - Calostro - Inmunidad pasiva - Burkina Faso.

# Estimated prevalence of brucellosis in buffaloes (*Bubalus bubalis*) from the Ribeira Valley region, State of São Paulo, Brazil

L.A. Mathias<sup>1</sup> C. Del Fava<sup>2</sup>  
R.J.S. Girio<sup>1</sup> S.I. Samara<sup>1</sup>

## Key words

Buffalo - *Bubalus bubalis* - Brucellosis - Complement fixation test - State of São Paulo - Brazil.

## Summary

With the purpose of estimating the brucellosis prevalence among female buffaloes (*Bubalus bubalis*) from the Ribeira Valley region, State of São Paulo, Brazil, 462 animals from 16 herds located in seven municipalities were examined by the complement fixation test. It was observed that 10.39% of the animals were reactors, and the population rate was situated between 7.61 and 13.17%, with 95% confidence limits. The occurrence of reactors was observed in 11 of the 16 herds and in five of the seven municipalities. There was no significant difference in prevalence rates when the type of production or the farming system were used as criteria of the analysis. The prevalence rate among buffaloes that did not cohabit with cattle (13.74%) was significantly higher ( $P < 0.01$ ) than the rate among buffaloes that cohabited with cattle (0.83%). It was also observed that the prevalence rate among animals aged six years or more (18.63%) was higher ( $P < 0.01$ ) than the rate observed among animals up to three years old (8.06%) and among animals aged three to six years. The results suggest that brucellosis may be a serious sanitary problem for the herd studied.

## INTRODUCTION

The susceptibility of buffaloes to brucellosis has long been known (12). Infection of this species has been observed in several regions, but reports are more frequent from Asian countries such as India and Pakistan, which contain the world's largest buffalo populations. There are also reports of occurrence of the disease in other countries such as Italy (18) and the United States of America (13).

In Brazil, the occurrence of brucellosis in buffaloes was also confirmed by isolation of the etiological agent or serological investigations carried out in some states. In a study involving two herds in the State of Goiás, Costa *et al.* examined 199 buffalo sera, by the plate agglutination test, and verified that 41 had positive titers (6). In Pará, the state with the largest buffalo herd in Brazil, Láu and Singh observed an 8.6% prevalence of infection, with the proportion of reactors reaching 12.2% on Marajó Island (9). In a study on three herds in the State of Pernambuco, Modesto *et al.* found a 24.0% rate of positivity in one herd, a 6.12% rate in the second, and no positivity in the third, by the plate agglutination test (11).

The occurrence of buffalo brucellosis has also been reported in the State of São Paulo. Santa Rosa *et al.* observed that 27 of 66 buffaloes (40.91%) reacted to the plate agglutination test (17). Ogassawara *et al.*

found 3.77% of reactors among 212 female buffaloes, and also isolated *Brucella abortus* from an articular hygroma observed in one animal (14). Examining 992 buffalo sera from nine herds, Sandoval *et al.* verified that 4.33% of the animals reacted to the plate agglutination test, while 5.69% reacted to the card test (16). These investigators also isolated *B. abortus* from the milk of one reacting animal. In a study comprising the period from 1977 to 1987, Feitosa *et al.* observed that 13.93% of 3167 animals reacted to the plate agglutination test, 28.88% of 2784 animals reacted to the card test and 23.92% of 1321 animals reacted to the mercaptoethanol test (8).

The epidemiology of brucellosis in buffaloes, as in other animal species, may be affected by several factors. Buth and Manchanda, studying the disease in small Indian villages, found low prevalence rates and attributed this fact to the practice of maintaining animals in small groups in isolated holdings (4). Maqsood *et al.*, in Pakistan, observed that the prevalence of infection was higher in older animals (10).

When studying brucellosis in buffaloes, it is also important to consider the effect of vaccination with strain 19 on the diagnosis, since vaccination may induce an increase of serological titers. Domingues *et al.* verified that 3 to 8 year old female buffalo calves vaccinated with the standard dosage may show agglutinating titers for up to 240 days, i.e., for the duration of their study (7). According to Roxo *et al.*, agglutinating titers may persist for five to six months after vaccination (15).

Due to the scarcity of data about the situation of buffalo brucellosis in Brazil, the objective of the present study was to estimate the prevalence of the disease among females of the buffalo herd from the Ribeira Valley, which is the main region of buffalo raising in the State of São Paulo.

1. Department of Preventive Veterinary Medicine, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp, 14870-000 Aboticabal, SP, Brazil

Tel: 055-16-3232500; Fax: 055-16-3224275

e-mail: lmathias@fcav.unesp.br

2. Instituto de Zootecnia, Caixa Postal 60, Nova Odessa, SP, Brazil



## ■ MATERIALS AND METHODS

### Population

The Ribeira Valley region comprises an area of about 17,000 km<sup>2</sup> located between parallels 23°45' and 25°15'S and meridians 46°45' and 49°30'W, with 14 municipalities and a part of six other municipalities (figure 1).

The buffalo herd is formed by 11,461 animals raised on 102 farms located in nine municipalities. This herd is predominantly crossbred and destined mainly to meat or milk and meat production. Management is typically extensive, with the animals being reared on pasture, with a low use of technology. Serological tests for brucellosis control are performed by 63.33% of the farmers, and vaccination with strain 19 is done in 44.00% of the herds (3).

### Sampling

The sample size was calculated according to the criteria recommended by the Centro panamericano de zoonosis (5), using the following formula:

$$n = \frac{p \cdot (100 - p) \cdot z^2}{\left(\frac{p \cdot d}{100}\right)^2}$$

n = number of animals to be examined

p = expected prevalence (%)

z = degree of confidence

d = expected level of error (%)

$$\begin{aligned} n &= \frac{11 \cdot (100 - 11) \cdot 1.96^2}{\left(\frac{11 \cdot 26}{100}\right)^2} \\ &= \frac{3760.9264}{8.1796} = 460 \end{aligned}$$

A total of 462 samples from adult female buffaloes were obtained at random from January 1992 to June 1993 in 16 farms located in seven municipalities (Pariquera-açu, Cananéia, Registro, Eldorado, Iguape, Sete Barras, Jacupiranga). When the herd had up to 30 females, all of them were sampled, and when the number of animals was more than thirty, 10 to 30% of the animals were sampled.

### Serological tests

The microtechnique of the complement fixation test with incubation at 37°C during both phases and five hemolytic units of complement (5 CH 50%) was performed as recommended by Alton *et al.* (1). Sera were tested in double dilutions from 1/2. The antigen was a heat killed suspension of *B. abortus* strain 1119/3, and guinea pig serum was used as complement. To estimate the prevalence, sera with a titer equal to or higher than 1/4 in the complement fixation test were considered to be positive.

### Statistical analysis

The limits of the confidence interval to estimate the population prevalence were determined according to Astudillo and Wanderley (2). The frequency of reactors observed in the various categories analyzed was compared by the chi-square test.

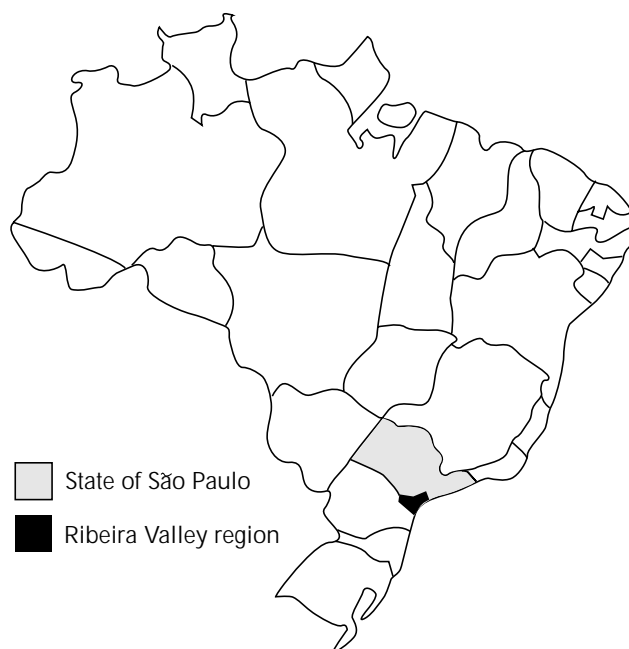


Figure 1: Location of the Ribeira Valley region, State of São Paulo, Brazil.

## ■ RESULTS

The results showed that 10.39% of the animals examined had positive reaction to brucellosis. The prevalence rate for the population, with 95% confidence limits, was 7.61 to 13.17%.

Eleven of the 16 herds (73.33%) studied had reacting animals. In the herds with infected animals, the reactor frequency ranged from 3.75 to 35.71%.

Five of the seven municipalities under study had reacting animals, while in two of them, Eldorado and Jacupiranga, there was no animal with a serological titer in the complement fixation test. The highest frequency was 35.71%, observed in Cananéia (table I).

The percentage of reactors in dairy herds was similar to that observed in beef herds, 6.67 and 5.17%, respectively, while in the herds for milk and meat production the percentage of reactors was 12.42%, but the chi-square test did not show a significant difference between these categories (table II).

As shown in table III, the prevalence in herds raised under conditions of extensive management (10.57%) was close to that observed in the semi-intensive raising system (9.68%) ( $P > 0.05$ ).

The prevalence of brucellosis was 0.83% in buffalo herds cohabiting with cattle and 13.74% in herds that did not cohabit with cattle (table IV), with a significant difference between values ( $P < 0.01$ ).

The frequency of reactors among animals up to three years old (8.06%) was practically the same as that observed among animals aged three to six years (8.05%), but the prevalence among animals older than six years was 18.63% (table V), and the chi-square test showed that this difference was statistically significant ( $P < 0.01$ ).

## ■ DISCUSSION

The prevalence rate of brucellosis among Ribeira Valley buffaloes observed in the present study was 10.39%. Other studies performed in the State of São Paulo have shown rates ranging from 4.33% (18)

Table I

Brucellosis positive buffaloes in the Ribeira Valley region, State of São Paulo, 1993, according to the municipality

| Municipality  | Num. of herds | Animals  |          |       |
|---------------|---------------|----------|----------|-------|
|               |               | Examined | Reactors | %     |
| Pariquera-açu | 3             | 53       | 5        | 9.43  |
| Cananéia      | 1             | 28       | 10       | 35.71 |
| Registro      | 4             | 186      | 19       | 10.22 |
| Eldorado      | 1             | 19       | 0        | 0.00  |
| Iguape        | 4             | 118      | 3        | 2.54  |
| Sete Barras   | 2             | 44       | 11       | 25.00 |
| Jacupiranga   | 1             | 14       | 0        | 0.00  |
| Total         | 16            | 462      | 48       | 10.39 |

Table II

Brucellosis positive buffaloes in the Ribeira Valley region, State of São Paulo, 1993, according to the type of herd

| Herd production | Num. of herds | Animals  |          |       |
|-----------------|---------------|----------|----------|-------|
|                 |               | Examined | Reactors | %     |
| Meat            | 4             | 90       | 6        | 6.67  |
| Milk            | 3             | 58       | 3        | 5.17  |
| Meat and Milk   | 9             | 314      | 39       | 12.42 |
| Total           | 16            | 462      | 48       | 10.39 |

Table III

Brucellosis positive buffaloes in the Ribeira Valley region, State of São Paulo, 1993, according to management

| Management     | Num. of herds | Animals  |          |       |
|----------------|---------------|----------|----------|-------|
|                |               | Examined | Reactors | %     |
| Extensive      | 12            | 369      | 39       | 10.57 |
| Semi-intensive | 4             | 93       | 9        | 9.68  |
| Total          | 16            | 462      | 48       | 10.39 |

to 13.93% (8), obtained by the plate agglutination test. Other investigators, testing a small number of animals, obtained rates from 3.77% (14) to 40.91% (17), using the plate agglutination test. The rate observed in the present study was not very different from the one obtained by Láu and Singh (9) for Marajó Island, State of Pará (12.2%), another important buffalo raising center in Brazil. The proportion of reactors varied greatly, being influenced by the representativity of the sampling and by the serological test used for diagnosis.

Of the 16 herds examined, five had no reacting animal, while in the other 11 herds the prevalence ranged from 3.57 to 35.71%. Sandoval *et al.* (16), examining 936 buffaloes from nine herds in the State of São Paulo, did not find any reactor in three of the herds, while in the other six herds the prevalence ranged from 0.47 to 60.0% of the animals examined by the plate agglutination test, reaching 90.0% when the animals were examined by the card test.

Table IV

Brucellosis positive buffaloes in the Ribeira Valley region, State of São Paulo, 1993, according to cohabitation or not with cattle

| Cohabitation with cattle | Num. of herds | Animals  |          |       |
|--------------------------|---------------|----------|----------|-------|
|                          |               | Examined | Reactors | %     |
| Yes                      | 5             | 120      | 1        | 0.83  |
| no                       | 11            | 342      | 47       | 13.74 |
| Total                    | 16            | 462      | 48       | 10.39 |

Table V

Brucellosis positive buffaloes in the Ribeira Valley region, State of São Paulo, 1993, according to the animal age

| Age (years) | Examined | Reactors | %     |
|-------------|----------|----------|-------|
| < 3         | 186      | 15       | 8.06  |
| 3 - 6       | 174      | 14       | 8.05  |
| > 6         | 102      | 19       | 18.63 |
| Total       | 462      | 48       | 10.39 |

Analysis of the data according to municipality showed great variation, with no reactor found in two of the seven municipalities and with a frequency of reactors from 2.54 to 35.71% in the other five. In Registro, where the highest number of animals was studied, the rate was 10.22%, close to that for the sample as a whole.

Although the prevalence rate observed in herds producing meat and milk was nearly double that observed in beef herds and in dairy herds, statistical analysis did not show a significant difference among these categories, with meat and milk herds representing most of the sample and having a prevalence rate close to that for the sample as a whole.

The raising system also did not influence the prevalence of brucellosis since the rate for herds raised in the extensive system was close to that for herds raised in the semi-intensive system, although some workers state that the raising system may influence the occurrence of the disease (4).

A significantly higher prevalence rate in herds that did not cohabit with cattle was observed in the present study. Although cattle may act as a source of brucellosis infection, transmitting the disease to buffaloes, the results suggest that this species may maintain the disease, independently of cohabiting with cattle. These data differ from those observed by Sandoval *et al.*, who found a higher prevalence of brucellosis among buffalo herds cohabiting with cattle (16).

The present results show an association between the age of the animals and the prevalence rate, except for the fact that the rate for animals up to three years old was the same as that for animals aged three to six years, being important to consider that the prevalence rate observed for younger animals was certainly influenced by strain 19 vaccination, which also in buffaloes induces a serological response that may persist for some time, as observed by several workers (7, 15). The relationship between age and prevalence rate may be explained by the greater probability of older animals to be exposed to the disease when compared with younger animals, as also observed by Maqsood *et al.* in a study on buffalo herds in Pakistan (10).

## ■ CONCLUSION

The present results show that brucellosis may be an important sanitary problem for the buffalo herd in the Ribeira Valley region, a problem that justifies the implementation of more detailed studies and sanitary measures in order to fight the disease.

## REFERENCES

- ALTON G.G., JONES L.M., ANGUS R.D., VERGER J.M., 1988. Techniques for the brucellosis laboratory. Paris, France, Institut national de la recherche agronomique, 190 p.
- ASTUDILLO V.M., WANDERLEY M.E., 1977. Inferencia estadística en salud animal. Rio de Janeiro, Brasil, Organización Panamericana de la Salud, 64 p.
- BARUSELLI P.S., OLIVEIRA J.F.S., MENDES M.L.M., JORGE A.M., FUJII T., PALAZZO J.P.C., 1993. Diagnóstico da bubalinocultura do Vale do Ribeira. Campinas, Brasil, CATI, 16 p. (Documento técnico CATI nº 94)
- BUTH A.R., MANCHANDA I.N., 1972. Incidence of brucellosis in Key Village Block, Karnal. *Indian Vet. J.*, **49**: 969-971.
- CENTRO PANAMERICANO DE ZONOSIS, 1979. Procedimientos para estudios de prevalencia por muestreo. Ramos Mejia, Argentina, Organización Panamericana de la Salud, 35 p. (Nota técnica nº 18, rev. 1)
- COSTA E.O., CURY R., ROCHA U.F., 1973. Sobre a ocorrência da brucelose em búfalos *Bubalus bubalis* (Linnaeus 1758) no Estado de Goiás. Inquérito sorológico. *O Biológico, São Paulo*, **39**: 162-164.
- DOMINGUES P.F., LANGONI H., PADOVANI C.R., FESSEL Y.M.N., 1992. Pesquisa de aglutininas anti-*Brucella* sp. em soro de bezerras bubalinas (*Bubalus bubalis*) vacinadas com dose padrão ou reduzida da amostra B-19. *Arq. Bras. Med. Vet. Zoot., Belo Horizonte*, **44**: 491-500.
- FEITOSA M.H., BITTAR C.R., GOMES S.P., 1991. Brucelose: levantamento sorológico no Estado de São Paulo no período de 1977 a 1987. *Vet. Zoot., São Paulo*, **3**: 9-15.
- LAU H.D., SINGH N.P., 1986. Distribuição e prevalência da brucelose em búfalos no Estado do Pará. Belém, Brasil, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 15 p. (Boletim de pesquisa nº 76)
- MAQSOOD N., SHEIKH M.A., MUNEER M.A., AHMAD M.D., RIZVI A.R., 1990. Epidemiological patterns of brucellosis in buffaloes. In: 2nd World Buffalo Congr., New Delhi, India, December 12-16, 1988. New Delhi, India, Indian Society of Buffalo Development, p. 30-32.
- MODESTO G.W.F., MOTA R.A., CUNHA E.L.P., 1996. Pesquisa de aglutininas anti-*Brucella abortus* em soro de búfalos (*Bubalus bubalis*, Linnaeus 1758) provenientes de microrregiões do Estado de Pernambuco. In: XXIV Congr. Brasileiro de Medicina Veterinária, Goiânia, Brasil, 3-7 Junho 1996. Goiânia, Brasil, Sociedade Goiana de Veterinária, p. 168-169.
- MOHAN R.N., 1968. Diseases and parasites of buffaloes. *Vet. Bul.*, **38**: 647-659.
- NICOLETTI P., 1992. An evaluation of serologic tests used to diagnose brucellosis in buffaloes (*Bubalus bubalis*). *Trop. Anim. Health Prod.*, **24**: 40-44.
- OGASSAWARA S., CURY R., D'APICE V.B., MENDES M.F.M., ROCHA U.F., 1969. Higroma articular brucélico em búfalo, *Bubalus bubalis* (Linnaeus, 1758). *Arq. Inst. Biol., São Paulo*, **36**: 117-121.
- ROXO E., BARUSELLI P.S., REIS C.A.B., 1994. Antibody level variation in buffaloes vaccinated against brucellosis with strain 19. In: 4th World Buffalo Congr., São Paulo, Brazil, June 27-30, 1994. São Paulo, Brazil, ABCB, p. 440-442.
- SANDOVAL L.A., ARRUDA N.M., TERUYA J.M., GIORGI W., AMARAL L.B.S., MAZANTI M.T., 1979. Pesquisas em bubalinos: prevalência da brucelose e leptospirose no Estado de São Paulo - Brasil. *O Biológico, São Paulo*, **45**: 209-212.
- SANTA ROSA C.A., PESTANA DE CASTRO A.F., TROISE C., 1961. Títulos aglutinantes para *Brucella* em búfalos do Estado de São Paulo. *Arq. Inst. Biol., São Paulo*, **28**: 35-39.
- VACCARO A., 1974. Forme infettive di origine batterica e virale. In: 1° Convegno Internazionale sull'Allevamento Bufalino nel Mondo, Caserta, Italia, 7-9 novembre 1974, p. 231-249.

Reçu le 11.6.98, accepté le 11.2.99

## Résumé

**Mathias L.A., Del Fava C., Girio R.J.S., Samara S.I.** Estimation de la prévalence de la brucellose chez des buffles (*Bubalus bubalis*) de la région de la vallée du Ribeira, Etat de São Paulo, Brésil

Afin d'estimer la prévalence de la brucellose chez des buffles (*Bubalus bubalis*) de la région de la vallée du Ribeira, Etat de São Paulo, Brésil, 462 animaux provenant de 16 troupeaux et localisés dans sept districts municipaux, furent examinés au moyen de la réaction de fixation du complément. Parmi les animaux examinés, 10,39 p. 100 étaient positifs et le taux de positivité de la population a varié de 7,61 à 13,17 p. 100, avec un intervalle de confiance de 95 p. 100. Des animaux positifs ont été trouvés dans 11 des 16 troupeaux et dans cinq des sept districts municipaux. Il n'y a pas eu de différence significative des taux de prévalence de la brucellose en prenant pour critères le type de production et le système d'élevage. Le taux de prévalence de la brucellose était significativement plus élevé ( $P < 0,01$ ) chez les buffles ne vivant pas en commun avec d'autres bovidés (13,74 p. 100) que chez celles qui étaient élevées avec d'autres bovidés (0,83 p. 100). Il a aussi été observé que la prévalence de la maladie chez les animaux âgés de plus de six ans (18,63 p. 100) était plus importante ( $P < 0,01$ ) que celle des animaux de trois à six ans et de moins de trois ans (8,06 p. 100). Les résultats indiquent que la brucellose pourrait être un problème sanitaire important pour le troupeau étudié.

**Mots-clés :** Buffle - *Bubalus bubalis* - Brucellose - Réaction de fixation du complément - Etat de São Paulo - Brésil.

## Resumen

**Mathias L.A., Del Fava C., Girio R.J.S., Samara S.I.** Prevalencia estimada de la brucelosis en búfalos (*Bubalus bubalis*) de la región del Valle Ribeira, estado de Santo Paulo, Brasil

Con el fin de estimar la prevalencia de la brucelosis en las hembras búfalo (*Bubalus bubalis*) en la región del Valle Ribeira, estado de Santo Paulo, Brasil, se examinaron mediante fijación de complemento 462 animales provenientes de 16 hatos localizados en siete municipalidades. Se observó una reacción en 10,39% de los animales y la tasa de la población se situó entre 7,61 y 13,17% con límites de confianza de 95%. Los animales reactivos se observaron en 11 de los 16 hatos y en cinco de las siete municipalidades. No hubo diferencia significativa en las tasas de prevalencia cuando se analizaron los criterios tipo de producción o sistema de crianza. La tasa de prevalencia entre los búfalos que no cohabitaron con ganado (13,74%) fue significativamente mayor ( $p < 0,01$ ) que la tasa de los búfalos que cohabitaron con ganado (0,83%). También se observó que la prevalencia entre los animales de seis o más años (18,63%) fue mayor ( $p < 0,01$ ) que la tasa observada entre animales hasta tres años de edad (8,06%) y entre animales de tres a seis años. Los resultados sugieren que la brucelosis puede ser un problema sanitario serio para los hatos estudiados.

**Palabras clave:** Búfalo - *Bubalus bubalis* - Brucelosis - Prueba de fijación del complemento - Estado de Santo Paulo - Brasil.

# La maladie de Gumboro dans les élevages semi-industriels de la région de Dakar

E. Cardinale<sup>1</sup> B. Arbelot<sup>2</sup> Y. Kaboret<sup>3</sup>  
J.F. Dayon<sup>4</sup> C. Biau<sup>3</sup> O. Bada Algom<sup>3</sup>

## Mots-clés

Volaille - Maladie de Gumboro - Morbidité - Hygiène - Vaccination - Sénégal.

## Résumé

A partir d'une enquête anatomopathologique, bactériologique et parasitologique menée sur des oiseaux provenant de 52 foyers de maladie d'octobre 1993 à mai 1994, les auteurs ont montré que la maladie de Gumboro avait une prévalence de 26 p. 100 en élevage de poulets de chair et 7 p. 100 en élevage de poulettes. La maladie était associée à la coccidiose dans 23 p. 100 des cas et à la colibacillose dans 8 p. 100. Une étude sérologique a montré que la prévalence de la maladie atteignait 69 p. 100 en saison des pluies et 46 p. 100 en saison sèche. Les signes cliniques se sont manifestés dans 11 p. 100 des lots de poulets de chair infectés. Seuls 5 p. 100 des lots de poulettes et 11 p. 100 des lots de poulets de chair avaient été correctement vaccinés contre la maladie de Gumboro. L'observation de la cinétique des anticorps a révélé que 52,6 p. 100 des poussins produits à Dakar avaient un seuil de protection bas à partir de la 3<sup>e</sup> semaine. Cependant une vaccination entre les 9<sup>e</sup> et 12<sup>e</sup> jours permet souvent une séroconversion précoce et rapide. L'explication de tels niveaux de prévalence résidait dans la non-application des règles d'hygiène élémentaires : bandes multiples, absence de protection de l'élevage, mauvais nettoyage-désinfection, vide sanitaire insuffisant. L'administration de vaccins vivants reconstitués avec de l'eau de puits souvent additionnée de désinfectants était responsable de nombreux échecs vaccinaux. La maladie de Gumboro apparaît comme la plus fréquente des maladies virales et devient un objectif prioritaire pour les acteurs de la santé vétérinaire. La formation en hygiène des aviculteurs demeure l'étape préalable essentielle pour rendre efficace toute mesure de lutte.

## ■ INTRODUCTION

L'élevage des espèces à cycle court est longtemps resté traditionnel, mais, au cours des deux dernières décennies, l'élevage des volailles s'est nettement développé pour répondre à la demande en protéines animales sans cesse croissante des grandes cités africaines. Face à une démographie galopante, l'aviculture s'est modernisée dans les zones périurbaines. Au Sénégal, cette aviculture semi-intensive, qui se caractérise par des volailles en claustration issues de souches améliorées, recevant un aliment complet et adoptant certaines améliorations techniques, se met en place autour de Dakar et offre 80 p. 100 des poulets de chair et 90 p. 100 des œufs du marché urbain. Mais l'intensification ne va pas sans problème et facilite l'émergence de nouvelles pathologies responsables de fortes mortalités qui grèvent sérieusement le budget des éleveurs.

La maladie de Gumboro fait partie des pathologies qui effraient les aviculteurs par l'ampleur des désastres auxquels elle conduit bien souvent. Face à cette situation critique, plusieurs institutions (Isra-Lnerv\* et Eismv\*\*) et projets (Prodec\*\*\*) ont tenté de quantifier le problème et d'apporter des solutions.

## ■ MATERIEL ET METHODES

Les résultats proviennent d'études réalisées dans le cadre de thèses et d'enquêtes et sont corroborés par le suivi des diagnostics de laboratoire réalisés à l'Isra et à l'Eismv.

Dans le cadre de ces travaux, une première enquête anatomopathologique, bactériologique et parasitologique a été menée sur 52 foyers de maladie, entre octobre 1993 et mai 1994. Cinq animaux ont été prélevés par exploitation atteinte pour affiner le diagnostic.

Une seconde enquête a été conduite de juillet 1995 à juin 1996. Il s'agissait d'une étude sérologique effectuée sur des volailles appartenant à 172 élevages volontaires. Les prises de sang, au nombre de 10 à 20 par bande, ont eu lieu à 30 et 45 jours pour les poulets de chair et à 30, 70 et 140 jours pour les poulettes/pondeuses. Les élevages enquêtés ont été choisis en fonction de la présence de lots d'âges requis. Des informations sur les protocoles vaccinaux utilisés dans 53 bandes de poulets de chair et 34 bandes de poulettes ont aussi été recueillies afin d'évaluer le taux de protection.

1. Cirad-Emvt / Isra-Lnerv, BP 2057, Dakar-Hann, Sénégal

2. Ensv, 1 Avenue Bourgelat, 69 Marcy-l'Etoile, France

3. Eismv, Dakar-Hann, Sénégal

4. Mission française de coopération et d'actions culturelles, Dakar, Sénégal

\* Institut supérieur de recherches agricoles - Laboratoire national d'élevage et de recherches vétérinaires

\*\* Ecole inter-états des sciences et médecine vétérinaires

\*\*\* Projet de développement des espèces à cycle court

Parallèlement, une enquête-questionnaire sérologique a été réalisée sur des poulets produits au Sénégal, issus de 65 élevages tirés au sort et prélevés à 1, 7, 21, 35 et 49 jours d'âge.

Les différents examens de laboratoire qui ont été utilisés pour réaliser les diagnostics étaient les suivants :

- un examen anatomopathologique avec autopsies suivant la technique classique (1), puis histopathologie sur les prélèvements de bourse de Fabricius, de foie, de rein, de rate et d'intestin. Ces organes ont été fixés au liquide de Bouin, déshydratés à l'alcool, inclus dans de la paraffine, coupés au microtome puis colorés à l'hémalun-éosine-safran ;

- un examen bactériologique pour isoler d'éventuelles bactéries qui compliquent l'immuno-dépression. Cet examen s'est déroulé en trois phases successives d'enrichissement en bouillon, isolement sur géloses simple et sélective et identification biochimique ;

- un examen parasitologique avec raclage de la muqueuse intestinale au niveau du duodénum, du jéjunum et des cœca puis observation sous microscope entre lame et lamelle ;

- un examen sérologique. Le kit Elisa KPL, technique Elisa indirecte, a été utilisé pour titrer les anticorps anti-Gumboro dans les sérums des volailles. Les titres supérieurs à 5 000 traduisaient un passage viral (12).

## ■ RESULTATS

La première enquête a montré que la maladie de Gumboro avait une prévalence de 26 p. 100 en élevage de poulets de chair et 7 p. 100 en élevage de pondeuses. Elle représentait la deuxième source de mortalité chez les poulets de chair et la quatrième chez les poules pondeuses (figures 1 et 2). Elle a atteint les animaux entre 3 et 8 semaines d'âge. La maladie a été associée à la coccidiose dans 23 p. 100 des cas et à la colibacillose dans 8 p. 100.

Dans la première étude sérologique, les prévalences des cheptels infectés ont montré un contact avec le virus extrêmement fréquent : parmi les élevages de poulets de chair, 56 p. 100 des lots ont présenté des titres traduisant un passage viral en saison des pluies et 34 p. 100 en saison sèche ; parmi les élevages de pondeuses, les résultats se sont élevés à 90 p. 100 en saison des pluies et 83 p. 100 en saison sèche. Pour toute la population, les prévalences ont été de 69 p. 100 pour la saison des pluies et 46 p. 100 pour la saison sèche. Mais l'infection clinique ne s'est exprimée qu'en saison des pluies sur 11 p. 100 des lots de poulets de chair infectés (avec des lésions caractéristiques de la maladie). Par rapport à la maladie de Newcastle, la maladie de Gumboro apparaît comme la première des maladies virales rencontrées dans les élevages périurbains (tableau I). Les titres en anticorps Gumboro de 95 p. 100 des lots de poulettes à 1 mois et de 89 p. 100 des lots de poulets de chair à 45 jours étaient insuffisants pour assurer leur protection.

Enfin, la seconde étude sérologique a montré que 52,6 p. 100 des poussins produits à Dakar avaient un titre inférieur au seuil de protection à partir de la troisième semaine (figure 3). Mais une vaccination entre les 9<sup>e</sup> et 12<sup>e</sup> jours a souvent permis une séroconversion rapide mais non systématique (figure 4).

## ■ DISCUSSION

L'importance quantitative des résultats des différentes enquêtes a indiqué que la maladie de Gumboro constituait un fléau majeur de l'élevage avicole semi-intensif au Sénégal. Cette pathologie a semblé encore plus fréquente qu'en Côte d'Ivoire où la prévalence

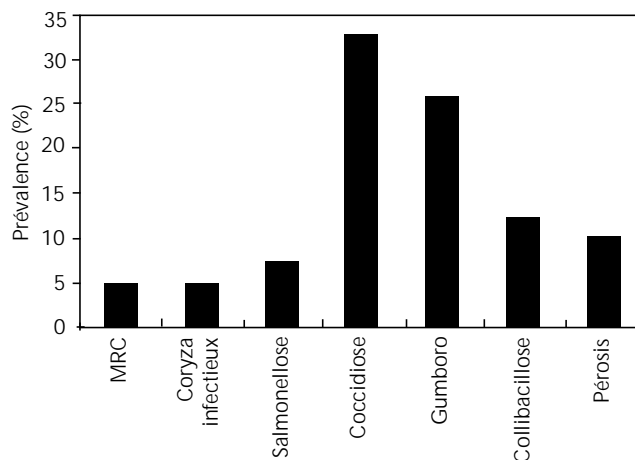


Figure 1 : maladies diagnostiquées chez les poulets de chair.

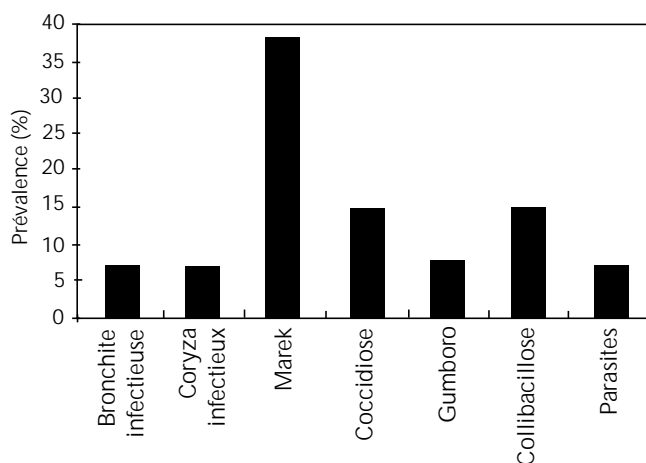


Figure 2 : maladies diagnostiquées chez les poules pondeuses.

s'élevait à 14,7 p. 100 (10). Cette réalité peut notamment s'expliquer par le nombre élevé de volailles blanches de souche Leghorn qui sont plus sensibles (15).

Tous les types de production ont été touchés, mais les signes cliniques se sont manifestés plus fréquemment chez les poulets de chair. Comme la maladie était enzootique, étant donné les résultats des analyses sérologiques, elle s'exprime souvent de manière subclinique (3). Les manifestations cliniques étaient associées à d'autres maladies comme la coccidiose et la colibacillose. En effet, le birnavirus, agent causal de la maladie de Gumboro, s'attaque à la bourse de Fabricius et affecte les défenses immunitaires provoquant une immunodépression qui facilite l'installation d'autres pathologies (2, 7, 11, 15).

La maladie existe en continu tout au long de l'année, quelle que soit la saison, mais avec une nette recrudescence des cas cliniques pendant l'hivernage (juin à octobre). Ceci confirme les observations de Diallo (9).

Le niveau élevé d'infection par le virus de la maladie de Gumboro s'expliquait en particulier par l'absence de prophylaxie sanitaire efficace. Tout d'abord, les règles d'hygiène les plus élémentaires étaient souvent négligées : les cadavres parsemaient les abords de l'élevage qui manquaient de propreté et permettaient la pullulation de nuisibles, notamment les rats (13) ; l'utilisation d'alvéoles d'occasion souillées et jamais nettoyées était aussi une pratique courante ; le matériel d'élevage (abreuvoirs, trémies) n'était pas ou était peu entretenu. Enfin, l'élevage n'était jamais protégé par la

Tableau I

Prévalence des cheptels infectés par des maladies virales

| Lots infectés | Newcastle (%) |          | Gumboro (%) |       | Bronchite infectieuse (%) |       |
|---------------|---------------|----------|-------------|-------|---------------------------|-------|
|               | SP * 95       | SS ** 96 | SP 95       | SS 96 | SP 95                     | SS 96 |
| Chair         | 0             | 9        | 56          | 34    | 57                        | 39    |
| Ponte         | 2             | 13       | 90          | 83    | 65                        | 71    |
| Population    | 1,5           | 11       | 69          | 46    | 63                        | 54    |

\* SP : saison des pluies ; \*\* SS : saison sèche

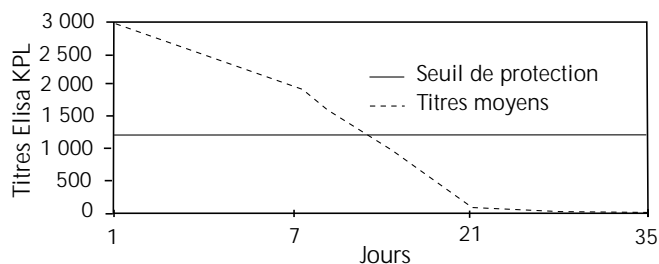
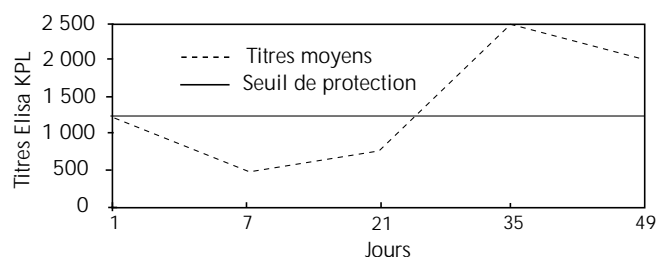


Figure 3 : profil sérologique des poussins non vaccinés (Elisa Gumboro KPL).

Figure 4 : cinétique des anticorps Elisa Gumboro KPL chez des poulets vaccinés avec un vaccin vivant entre les 9<sup>e</sup> et 12<sup>e</sup> jours.

présence d'un pédiluve fonctionnel. Ces conditions ont facilité l'installation et le développement de cette maladie décrite initialement comme la maladie de la crasse (8).

Le système de peuplement n'était pas rigoureux et il était fréquent de trouver des exploitations à type de production mixte (chair et ponte) hébergeant des individus d'âges différents (6), ce qui a facilité la transmission du virus, surtout si le poulailler avait déjà présenté des épisodes de Gumboro.

Le nettoyage et désinfection étaient rarement appliqués (5), en partie à cause de l'existence de bandes multiples et, lorsqu'ils étaient réalisés, ils ne l'étaient que partiellement : simple retrait de la litière (lorsqu'elle existait) combiné à un éventuel lavage du sol et/ou un épandage de solutions antiseptiques. Le vide sanitaire n'existait pas dans de nombreux élevages, toujours à cause de la présence de bandes multiples et, dans les exploitations à bandes uniques, le vide dure rarement plus de 15 jours (5). Sans ces opérations essentielles, le birnavirus peut aisément persister dans les bâtiments d'élevage et infecter les nouveaux arrivants (15).

Parallèlement aux carences de la prophylaxie sanitaire, se posaient aussi plusieurs problèmes de prophylaxie médicale. La plupart des vaccins utilisés étaient des vaccins vivants administrés aux animaux dans l'eau de boisson. Or, l'eau utilisée pour leur reconstitution et leur administration était trop souvent l'eau du puits (6) dont la composition est inconnue (richesse en ions métalliques, contaminants extérieurs), additionnée de désinfectants (eau de javel, chlore...). Ces éléments peuvent provoquer l'inactivation du vaccin (14) et conduire à un échec vaccinal, comme le confirme Arbelot (4).

La conservation des vaccins entre +2 °C et +8 °C à l'abri de la lumière est difficile à respecter parce que les vaccinateurs exercent sans glacière. De plus, le conditionnement est prévu pour 1 000 doses et la taille des élevages locaux atteint rarement ce nombre. Le reste du vaccin reconstitué est conservé et réutilisé par les éleveurs soit pour un rappel soit pour vacciner une autre bande. L'administration d'un rappel n'est, par ailleurs, pas toujours respectée.

Enfin, se surajoute le problème du choix des souches vaccinales à utiliser : actuellement les souches dites intermédiaires sont préférées en raison de leur capacité à agir dès le premier jour de la vie, en présence d'anticorps maternels. Certains professionnels sont cependant tentés, suite à l'apparition de souches hyper virulentes et aux résultats décevants des programmes de vaccination, d'utiliser les souches « chaudes » non dénuées de pouvoir pathogène.

## ■ CONCLUSION

Dans les élevages semi-intensifs de la région de Dakar et à l'instar de la situation en Côte d'Ivoire, la maladie de Gumboro constitue le premier problème pathologique. Les enquêtes sérologiques ont notamment montré un passage viral dans 69 p. 100 des élevages pendant la saison des pluies et 46 p. 100 pendant la saison sèche. Ces prévalences étaient plus importantes que celles identifiées pour la maladie de Newcastle. De plus, seuls 5 p. 100 des poulettes et 11 p. 100 des poulets de chair étaient correctement protégés contre le birnavirus.

Le non-respect des règles d'hygiène constitue le handicap majeur dans la maîtrise de cette maladie (« L'élevage n'est rien d'autre que de l'hygiène en action »). Les échecs vaccinaux pourraient être évités par l'emploi de vaccins inactivés injectables, afin de se soustraire à l'utilisation de l'eau de puits, ou de vaccins vivants administrés par instillation oculaire ou trempage du bec (en utilisant de l'eau minérale pour la reconstitution).

Plusieurs travaux de recherche sur l'étude d'autres protocoles vaccinaux vont être poursuivis en collaboration avec les vétérinaires privés évoluant dans l'aviiculture. Parallèlement, la mise en place du réseau sénégalais d'épidémiologie des maladies aviaires (Resesav) va permettre de quantifier avec précision les pertes occasionnées par la maladie de Gumboro. Le point essentiel, pour espérer faire reculer cette maladie, reste toutefois la formation et l'information des aviculteurs en matière d'hygiène, préalable indispensable à une prévention efficace.

## Remerciements

Nous remercions la Mission française de coopération et d'actions culturelles, la Direction nationale de l'élevage du Sénégal et l'Institut supérieur de recherches agricoles qui ont financé, dirigé et abrité ces travaux ainsi que le laboratoire de Recherches avicoles et porcines du Cneva Ploufragan pour ses nombreux conseils.

## BIBLIOGRAPHIE

1. ALAMARGOT J., 1982. Manuel d'anatomie et d'autopsie aviaire. Maisons-Alfort, France, Le Point Vétérinaire, 136 p.
2. ALLAN W.H., FARAGHER J.I., CULLEN G.A., 1972. Immunosuppression by the infectious bursal agent immunized against Newcastle disease. *Vet. Rec.*, **90**: 511-512.
3. ARBELOT B., DAYON J.F., MAMIS D., GUEYE J.C., TALL F., SAMB H., 1997. Enquête sur la prévalence sérologique des principales pathologies aviaires au Sénégal : mycoplasmoses, pullorose, typhose, maladie de Newcastle, maladie de Gumboro et bronchite infectieuse. *Revue Elev. Med. Vét. Pays trop.*, **50** : 197-203.
4. ARBELOT B., DAYON J.F., MEROUANI N., KABORET Y., 1997. Etude des programmes vaccinaux réalisés en aviculture au Sénégal. In : 2<sup>es</sup> journées de la recherche avicole, Tours, France, 8-11 avril 1997.
5. BADA ALGOM O., 1994. Contribution à l'étude des dominantes pathologiques dans les élevages avicoles semi-industriels de la région de Dakar : enquêtes anatomopathologiques. Thèse Doc. Méd. vét., Eimsv, Dakar, Sénégal, 100 p. (n° 21)
6. BIAOU C., 1995. Contribution à l'étude des causes aggravantes de la maladie de Gumboro dans les élevages de poulets de chair de la région de Dakar. Thèse Doc. Méd. vét., Eimsv, Dakar, Sénégal, 109 p. (n° 49)
7. BRUGERE-PICOUX J., 1974. La maladie de Gumboro. *Rec. Méd. vét.*, **150** : 883-889.
8. CNEVA., 1997. La maladie de Gumboro. Document de cours sur la pathologie aviaire (octobre). Ploufragan, France, Cneva, 5 p.
9. DIALLO Y.H., 1978. Contribution à l'étude de la maladie de Gumboro au Sénégal. Thèse Doc. Méd. vét., Eimsv, Dakar, Sénégal. (n° 5)
10. DOMENECH J., N'GETTA A.K., KACOU A.K., GIRAUD P., FOMENTY P., 1991. La pathologie infectieuse et parasitaire en élevage aviaire industriel en Côte d'Ivoire. Abidjan, Côte d'Ivoire, Laboratoire central de pathologie, 211 p.
11. LEVRIER B., 1991. Les deux visages de la maladie de Gumboro du poulet de chair. *L'Aviculteur*, **517** : 58-59.
12. LSI, 1994. Kit Elisa Gumboro. Lissieu. France, Laboratoire service international, 6 p.
13. OKOYE J.O.A., UCHE U.E., 1986. Serological evidence of infectious bursal disease virus infection in wild rats. *Acta vét Brno.*, **55**: 207-209.
14. PICAULT J.P., MARIUS V., 1984. La bronchite infectieuse aviaire. *Rec. Méd. vét.*, **160** : 939-950.
15. VINDEVOGEL H., 1992. La maladie de Gumboro. In : Brugère-Picoux J., Silim A. ed., Manuel de pathologie aviaire. Maisons-Alfort, France, Ecole nationale vétérinaire, Chaire de pathologie médicale du bétail et des animaux de basse-cour, p. 155-163.

Reçu le 10.7.98, accepté le 8.3.99

## Summary

**Cardinale E., Arbelot B., Kaboret Y., Dayon J.F., Biaou C., Bada Algom O.** Gumboro disease in semiintensive poultry farms of Dakar area

A histological, bacteriological and parasitological survey carried out from October 1993 to May 1994 on poultry originating from 52 Gumboro outbreaks showed that the Gumboro disease prevalence was 26 and 7% in broiler and pullet farms, respectively. In 23 and 8% of the cases the disease was associated with coccidiosis and colibacillosis, respectively. A serological study revealed that disease prevalence reached 69 and 46% during the rainy and the dry season, respectively. Clinical manifestations were reported in 11% of infected broiler flocks. Vaccination against the Gumboro disease had been correctly performed in only 5% of the pullet flocks and 11% of the broiler flocks. Antibody kinetics showed that 52.6% of chicks originating from Dakar had a low protection threshold starting at week 3. However, a vaccination performed between days 9 and 12 often ensures an early and speedy seroconversion. Such high prevalence levels were due to basic hygiene rules not being followed, i.e., multiple flocks, lack of protection against diseases, poor cleaning and disinfecting, inadequate underfloor space. The use of live vaccines restored with well water to which disinfectants had often been added caused numerous vaccination failures. The Gumboro disease appears as the most common viral disease in poultry and has become a priority issue for animal health players. The first step to ensure the efficiency of control measures must be the training of farmers in hygiene practices.

**Key words:** Poultry - Gumboro disease - Morbidity - Hygiene - Vaccination - Senegal.

## Resumen

**Cardinale E., Arbelot B., Kaboret Y., Dayon J.F., Biaou C., Bada Algom O.** Enfermedad de Gumboro en los criaderos semi industriales en la región de Dakar

A partir de una encuesta anatomopatológica, bacteriológica y parasitológica, llevada a cabo sobre aves provenientes de 52 focos de la enfermedad de octubre 1993 a mayo 1994, los autores demostraron que la enfermedad de Gumboro tuvo una prevalencia de 26% en criaderos de pollos de carne y de 7% en criadero de pollas. La enfermedad se asoció a la coccidiosis en 23% de los casos y a la colibacilosis en 8%. Un estudio serológico mostró que la prevalencia de la enfermedad alcanzó 69% en la estación lluviosa y 46% en la estación seca. Los signos clínicos se manifestaron en 11% de los lotes de pollos de carne infectados. Únicamente 5% de los lotes de pollas y 11% de los lotes de pollos de carne habían sido correctamente vacunados contra la enfermedad de Gumboro. La observación cinética de anticuerpos reveló que 52,6% de los pollitos producidos en Dakar tenían un nivel de protección bajo a partir de la 3era semana. Sin embargo, una vacunación entre el día 9 y 12 permite a menudo una seroconversión precoz y rápida. La explicación de estos niveles de prevalencia residió en la no aplicación de las reglas de higiene elementales: bandas múltiples, ausencia de protección del criadero, mala limpieza/desinfección, vaciado sanitario insuficiente. La administración de vacunas vivas reconstituídas con el agua de pozo, a menudo mezclada con desinfectantes, fue responsable de numerosos fracasos en la vacunación. La enfermedad de Gumboro parece ser la más frecuente de las enfermedades virales y por esto un objetivo prioritario para los responsables de la sanidad veterinaria. La formación de los avicultores en higiene es la etapa prealable esencial para tornar eficiente cualquier medida de lucha.

**Palabras clave:** Ave de corral - Enfermedad de Gumboro - Morbosidad - Higiene - Vacunación - Senegal.

# Interactions entre le vecteur et le trypanosome dans la détermination de la compétence vectorielle des glossines

J.M. Kazadi<sup>1,2\*</sup> S. Geerts<sup>1</sup> P. Kageruka<sup>1</sup>  
B. Losson<sup>2</sup> G. Torreele<sup>1</sup>

## Mots-clés

*Glossina* - *Trypanosoma* - Rat - Vecteur de maladie - Infection expérimentale.

## Résumé

Cette étude a été menée pour étudier les interactions entre la glossine et le trypanosome dans la détermination de la métacyclogenèse. A cet égard, 5 257 mouches ténérales des deux sexes des lignées *Glossina palpalis gambiense* (Maisons-Alfort), *G. p. palpalis* (Mongo-Bemba) et *G. morsitans morsitans* (Mall) ont été utilisées. Elles ont été nourries une fois sur rats infectés par *Trypanosoma brucei gambiense* (souches Mba et Phanzu), *T. b. brucei* (souche EATRO 1125) et *T. congolense* (clone IL 1180 et stock Agriumbe). La compétence vectorielle (CV) des mouches des deux lignées *palpalis* a été nulle ou négligeable vis-à-vis de tous les trypanosomes testés, excepté pour les clone et stock de *T. congolense*. Celle de *G. m. morsitans* a été nulle pour les deux souches *gambiense*, mais relativement élevée (32 p. 100) pour *T. b. brucei* EATRO 1125. La CV de *G. m. morsitans* pour *T. congolense* s'est révélée plus importante pour le clone IL 1180 (95,45 p. 100) que le stock Agriumbe (48,40 p. 100). Ces résultats montrent une très bonne interaction entre les mouches de la lignée *G. m. morsitans* (Mall) et la souche clonale *T. congolense* IL 1180.

## ■ INTRODUCTION

Trente-six pays d'Afrique Sub-saharienne sont infestés de glossines, vecteurs des trypanosomoses (25). Ces mouches exposent un tiers du bétail africain représentant un effectif de 146 millions d'individus et une population relativement équivalente de petits ruminants au risque trypanosomien. Par ailleurs, Touré et Mortelmans (25) évaluent 50 millions de personnes à risque de contracter la maladie du sommeil dans les zones à fortes infestations glossiniennes.

La susceptibilité à la trypanosomose reste tributaire d'interactions complexes associant le vecteur, le trypanosome et l'hôte mammifère (VTH). Cette susceptibilité semble dépendre essentiellement des facteurs endo-exogènes, inhérents à l'association VTH, lesquels déterminent la compétence vectorielle des glossines (10, 12, 20).

L'étude de ces interactions permet de mieux cerner l'épidémiologie de la trypanosomose animale africaine (TAA) et de la trypanosomose humaine africaine (THA). Elle contribue également à promouvoir l'organisation de la lutte contre ces affections et leurs vecteurs.

1. Institut de médecine tropicale Prince Léopold, Département de santé animale, Nationalestraat 155, 2000 Anvers, Belgique

2. Service de parasitologie et de pathologie des maladies parasitaires, Faculté de médecine vétérinaire, B-43, Sart-Tilman, Université de Liège, 4000 Liège, Belgique

\* Auteur pour la correspondance : Tél. : +32 (0)3 247 62 71 ; fax : +32 (0)3 216 14 31  
Email : v\_kazadi@itg.be

Ce travail a eu pour but d'étudier les interactions entre le vecteur et le trypanosome dans la détermination de la compétence vectorielle (CV) des glossines.

## ■ MATERIEL ET METHODES

### Rats

Des rats femelles (n = 30) non consanguins et pesant  $\pm$  230 g ont été utilisés. Ces animaux, de souche Wistar albinos (Wistar Institute, USA), étaient issus des élevages de la firme Janssen Pharmaceutica (B-2340 Beerse, Belgique). Répartis par groupe de quatre individus par cage, ils ont été nourris avec des pellets de Pavan Service (Goordijk, Belgique) et abreuvés à volonté.

### Trypanosomes

*Trypanosoma brucei gambiense* (souches Mba et Phanzu), *T. b. brucei* (EATRO 1125) et *T. congolense* (clone IL 1180 et stock Agriumbe) ont été testés. Ces souches et/ou stock ont été préalablement cryopréservés dans l'azote liquide à -196 °C, en présence de DMSO (diméthylsulfoxyde). Ils ont été réactivés régulièrement sur des rats traités à la cyclophamide (Endoxan®, Asta Medica AG, Allemagne), à la dose de 80 mg/kg de poids vif (PV).



**Trypanosoma brucei brucei (souche EATRO 1125)**

*Trypanosoma brucei brucei*/66/EATRO/1125 a été isolé en 1966 sur un guib harnaché, *Tragelaphus scriptus*, à Mavubwe, Ouganda (14). Il a été caractérisé par plusieurs méthodes, notamment le test d'infectivité après incubation en présence de sérum humain, l'épreuve d'infectivité à un volontaire humain, l'hybridation de l'ADN, l'électrophorèse isoenzymatique et la sérologie (3, 14, 22, 24). La population utilisée ITMAP 111280 dérive d'une transmission cyclique (11).

**Trypanosoma brucei gambiense (souche Mba)**

La souche Mba a été isolée en août 1975, au service de Pédiatrie des cliniques universitaires de Kinshasa, à partir du sang de Mba. Le garçonnet, âgé de moins de deux ans et issu d'une famille de pêcheurs du village Kinkole, était hospitalisé en raison de convulsions fébriles (29). L'électrophorèse isoenzymatique et les sondes d'ADN ont confirmé l'appartenance de la souche Mba au groupe *gambiense* (22, 24).

**Trypanosoma brucei gambiense ZRE/H1/90 (souche Phanzu Nzuiki)**

La souche Phanzu a été isolée en 1990, en République démocratique du Congo (RDC), sur un porteur sain de 57 ans de la localité d'Agriumbé dans le Mayumbe (Bas-Congo) où la trypanosomose humaine africaine sévit de façon endémique. Cette souche a été caractérisée comme *gambiense* par la méthode d'hybridation de l'ADN nucléaire et l'électrophorèse isoenzymatique.

**Trypanosoma congolense ZRE/G143/90 (stock Agriumbé)**

Le stock ZRE/G143/90 a été isolé en 1990 sur une chèvre de la localité d'Agriumbé, au même moment que la souche Phanzu. Il a déjà été transmis avec succès par *G. m. morsitans* Mall (10).

**Trypanosoma congolense (clone IL 1180)**

La souche clonale IL 1180 est un type « savannah » qui dérive du stock L 209 et qui a été isolée en 1966 sur un lion du parc de Serengeti, en Tanzanie (5). Elle a été utilisée sous le numéro de code ITMAV 101195.

**Glossines**

Cinq mille deux cent cinquante-sept mouches ténérales de moins de 32 h, dont 2 668 mâles et 2 589 femelles, ont été utilisées (tableau I). Elles appartenaient aux lignées *Glossina palpalis gambiensis* Maisons-Alfort (MA), *Glossina palpalis palpalis* Mongo-Bemba (MB) et *Glossina morsitans morsitans* Mall (Mall). L'historique et les conditions d'élevage de ces lignées ont été décrits par Elsen et coll. (4). Toutes les mouches ont été mises en cage par groupe de 30 individus environ suivant les sexes.

**Modalités d'infection**

Les mouches ont été nourries une fois, pendant 15 min, sur les flancs des rats révélant une parasitémie d'antilog 8,1-8,4 selon l'échelle d'évaluation d'Herbert et Lumsden (8). Les rats ont été préalablement anesthésiés au pentobarbital sodique (Nembutal®, Belgique), à la dose de 30 mg/kg PV, puis couchés en position de décubitus dorsal.

Les glossines des trois lignées ont été infectées séparément par les cinq souches et/ou stock de trypanosomes. Les mouches gorgées ont été séparées des non gorgées après une anesthésie de 3 min en atmosphère d'azote. Les individus gorgés ont été retenus pour l'expérience.

**Maintenance**

Suivant la durée du cycle biologique de *T. congolense* ou de *T. brucei sensu lato*, les mouches ont été gardées pendant 20 ou 30 jours dans deux modules distincts bénéficiant d'une installation automatique de climatisation ( $25 \pm 5$  °C) et d'éclairage à régime jour-nuit avec 12 h d'alternance. L'humidité relative a été maintenue à  $80 \pm 5$  p. 100 pour les mouches des lignées *G. p. gambiensis* MA et *G. p. palpalis* MB et à  $70 \pm 5$  p. 100 pour les mouches de la lignée *G. m. morsitans* Mall.

Toutes les mouches ont été nourries, à intervalles de deux jours, sur des animaux sains soumis à une rotation régulière. A partir de  $j_{10}$  et avant chaque repas d'entretien des glossines, les rats ont été examinés par la méthode du buffy-coat pour détecter une éventuelle parasitémie subpatente (21). Les sujets infectés ont été écartés de l'expérience.

**Dissection**

Les mouches ont été disséquées selon la technique de Kazadi et coll. (9). Les sites de prédilection du parasite chez la glossine, notamment l'intestin moyen, le proventricule, le canal de l'œsophage, le proboscis et/ou les glandes salivaires ont été examinés séparément. La mise en évidence des trypanosomes a été faite sur des préparations fraîches montées entre lame et lamelle, observées au microscope à contraste de phase (x 400).

**Compétence vectorielle et analyse statistique**

La compétence vectorielle (CV) a été calculée suivant la formule proposée par Le Ray (13) :

$$CV = p \times m$$

- avec l'indice procyclique  $p = n'/n$ , où  $n'$  est le nombre de glossines infectées dans l'intestin moyen et  $n$  le nombre de mouches disséquées ;

- avec l'indice métacyclique  $m = n''/n'$ , où  $n''$  représente le nombre de mouches positives dans le proboscis ou les glandes salivaires et  $n'$  la proportion de mouches hébergeant des formes procycliques.

Le test de Chi-carré de Pearson a été appliqué pour comparer les indices  $p$  et  $m$ , ainsi que la CV entre les mouches des trois lignées de glossines.

**■ RESULTATS****Bilan entomologique**

Les taux globaux de gorgement ont été satisfaisants. Toutefois, un faible taux de gorgement a été observé chez les individus de la lignée *G. p. palpalis* MB (tableau I). Il faut signaler que la plupart des individus de la lignée *G. m. morsitans* Mall, repus lors du repas infectieux, s'agglutinaient avec leurs pattes pendant la durée de l'anesthésie. Ce phénomène n'a pas été enregistré chez les mouches des deux autres lignées. En dehors du taux élevé de mortalité observé chez les mouches de la lignée *G. p. gambiensis* MA, le taux de survie a été généralement bon (tableau I).

**Bilan parasitologique**

L'indice procyclique révèle que toutes les mouches des trois lignées ont été réceptives aux cinq souches et/ou stock de trypanosomes, mais à des niveaux différents. L'indice métacyclique a atteint 18 p. 100 chez *G. p. gambiensis* MA, alors qu'il était nul chez *G. p. palpalis* MB et *G. m. morsitans* Mall infectées par *T. b. gambiense* Phanzu. En utilisant la souche *T. b. gambiense* Mba, cet indice a oscillé entre 0 et 5 p. 100 chez les mouches des trois lignées testées (tableau II).

Tableau I

Bilan entomologique des lignées *Glossina palpalis gambiense* (Gpg), *G. p. palpalis* (Gpp) et *G. morsitans morsitans* (Gmm) en relation avec les cinq souches et/ou stock de trypanosomes testés

| Isolat        | Lignée  | Sexe    | Ténérales | Non gorgées |       | Gorgées |       | Mortes |       | Survivantes |        |
|---------------|---------|---------|-----------|-------------|-------|---------|-------|--------|-------|-------------|--------|
|               |         |         |           | n           | n %   | n %     | n %   | n %    | n %   |             |        |
| Tbg Phanzu    | Gpg     | Mâle    | 345       | 119         | 34,49 | 226     | 65,51 | 4      | 1,77  | 222         | 98,23  |
|               |         | Femelle | 272       | 22          | 8,08  | 250     | 91,91 | 21     | 8,40  | 229         | 91,60  |
|               |         | Total   | 617       | 141         | 22,85 | 476     | 77,15 | 25     | 5,25  | 451         | 94,75  |
|               | Gpp     | Mâle    | 181       | 91          | 50,00 | 90      | 50,00 | 1      | 1,00  | 89          | 99,00  |
|               |         | Femelle | 194       | 90          | 46,00 | 104     | 54,00 | 1      | 1,00  | 103         | 99,00  |
|               |         | Total   | 375       | 181         | 48,00 | 194     | 52,00 | 2      | 1,00  | 192         | 99,00  |
|               | Gmm     | Mâle    | 158       | 12          | 7,60  | 146     | 92,40 | 16     | 11,00 | 130         | 89,00  |
|               |         | Femelle | 120       | 14          | 12,00 | 106     | 88,00 | 6      | 6,00  | 100         | 94,00  |
|               |         | Total   | 278       | 26          | 9,35  | 252     | 91,00 | 22     | 9,00  | 230         | 91,00  |
| Tbg Mba       | Gpg     | Mâle    | 170       | 16          | 9,00  | 154     | 91,00 | 48     | 31,00 | 106         | 69,00  |
|               |         | Femelle | 128       | 22          | 17,00 | 106     | 83,00 | 8      | 7,55  | 98          | 92,45  |
|               |         | Total   | 298       | 38          | 12,75 | 260     | 87,00 | 56     | 22,00 | 204         | 78,00  |
|               | Gpp     | Mâle    | 92        | 24          | 26,08 | 68      | 74,00 | 1      | 1,00  | 67          | 99,00  |
|               |         | Femelle | 92        | 14          | 15,21 | 78      | 85,00 | 2      | 3,00  | 76          | 97,00  |
|               |         | Total   | 184       | 38          | 20,65 | 146     | 79,00 | 3      | 2,00  | 143         | 98,00  |
|               | Gmm     | Mâle    | 160       | 8           | 5,00  | 152     | 95,00 | 8      | 5,00  | 144         | 95,00  |
|               |         | Femelle | 160       | 25          | 16,00 | 135     | 84,00 | 6      | 4,00  | 129         | 96,00  |
|               |         | Total   | 320       | 33          | 10,00 | 287     | 90,00 | 14     | 5,00  | 273         | 95,00  |
| Tbb Eatro     | Gpg     | Mâle    | 219       | 47          | 21,00 | 172     | 79,00 | 82     | 48,00 | 90          | 52,00  |
|               |         | Femelle | 162       | 34          | 21,00 | 128     | 79,00 | 13     | 10,00 | 115         | 90,00  |
|               |         | Total   | 381       | 81          | 21,25 | 300     | 78,75 | 95     | 32,00 | 205         | 68,00  |
|               | Gpp     | Mâle    | 75        | 18          | 24,00 | 57      | 76,00 | 3      | 5,00  | 54          | 95,00  |
|               |         | Femelle | 114       | 42          | 37,00 | 72      | 63,00 | 2      | 3,00  | 70          | 97,00  |
|               |         | Total   | 189       | 60          | 32,00 | 129     | 68,00 | 5      | 4,00  | 124         | 96,00  |
|               | Gmm     | Mâle    | 149       | 8           | 5,00  | 141     | 95,00 | 0      | 0,00  | 141         | 100,00 |
|               |         | Femelle | 162       | 17          | 10,50 | 145     | 89,50 | 1      | 1,00  | 144         | 99,00  |
|               |         | Total   | 311       | 25          | 8,00  | 286     | 92,00 | 1      | 0,35  | 285         | 99,65  |
| Tc IL1180     | Gpg     | Mâle    | 242       | 122         | 9,50  | 120     | 49,58 | 1      | 0,46  | 119         | 54,34  |
|               |         | Femelle | 290       | 19          | 6,55  | 271     | 93,45 | 94     | 35,00 | 177         | 65,00  |
|               |         | Total   | 532       | 141         | 8,00  | 391     | 73,00 | 95     | 40,00 | 296         | 60,00  |
|               | Gpp     | Mâle    | 124       | 11          | 9,00  | 113     | 91,00 | 10     | 9,00  | 103         | 91,00  |
|               |         | Femelle | 103       | 13          | 13,00 | 90      | 87,00 | 3      | 3,00  | 87          | 97,00  |
|               |         | Total   | 227       | 24          | 11,00 | 203     | 89,00 | 13     | 6,00  | 190         | 94,00  |
|               | Gmm     | Mâle    | 98        | 5           | 5,00  | 93      | 95,00 | 12     | 13,00 | 81          | 87,00  |
|               |         | Femelle | 111       | 10          | 9,00  | 101     | 91,00 | 6      | 6,00  | 95          | 94,00  |
|               |         | Total   | 209       | 15          | 7,00  | 194     | 93,00 | 18     | 9,00  | 176         | 91,00  |
| Tc Agri       | Gpg     | Mâle    | 226       | 37          | 16,00 | 189     | 84,00 | 27     | 14,00 | 162         | 86,00  |
|               |         | Femelle | 243       | 38          | 16,00 | 205     | 84,00 | 6      | 3,00  | 199         | 97,00  |
|               |         | Total   | 469       | 75          | 16,00 | 394     | 84,00 | 33     | 8,00  | 361         | 92,00  |
|               | Gpp     | Mâle    | 267       | 100         | 37,00 | 167     | 63,00 | 11     | 7,00  | 156         | 93,00  |
|               |         | Femelle | 251       | 89          | 35,00 | 162     | 65,00 | 3      | 2,00  | 159         | 98,00  |
|               |         | Total   | 518       | 189         | 36,00 | 329     | 64,00 | 14     | 4,00  | 315         | 96,00  |
|               | Gmm     | Mâle    | 162       | 10          | 6,00  | 152     | 94,00 | 16     | 11,00 | 136         | 89,00  |
|               |         | Femelle | 187       | 24          | 13,00 | 163     | 87,00 | 16     | 10,00 | 147         | 90,00  |
|               |         | Total   | 349       | 34          | 10,00 | 315     | 90,00 | 32     | 10,00 | 283         | 90,00  |
| Total général | Mâle    | 2 668   | 628       | 23,54       | 2 040 | 76,46   | 240   | 11,76  | 1 800 | 88,24       |        |
|               | Femelle | 2 589   | 473       | 18,26       | 2 116 | 81,74   | 188   | 8,88   | 1 928 | 91,12       |        |
|               | Total   | 5 257   | 1 101     | 20,95       | 4 156 | 79,05   | 428   | 10,30  | 3 728 | 89,70       |        |

Tbg = *Trypanosoma brucei gambiense* ; Tbb = *T. b. brucei* ; Tc = *T. congolense*

Tableau II

Indices d'infection des lignées *Glossina palpalis gambiensis* (Gpg), *G. p. palpalis* (Gpp) et *G. morsitans morsitans* (Gmm) vis-à-vis des cinq souches et/ou stock de trypanosomes

| Isolat     | Lignée | Glossine |           | Taux d'infection |     |           |     | CV = pxm |
|------------|--------|----------|-----------|------------------|-----|-----------|-----|----------|
|            |        | Sexe     | Disséquée | p = n'/n         | n'  | m = n"/n' | n"  |          |
| Tbg Phanzu | Gpg    | Mâle     | 222       | 0,1081           | 24  | 0,0833    | 2   | 0,0090   |
|            |        | Femelle  | 229       | 0,1179           | 27  | 0,2592    | 7   | 0,0305   |
|            |        | Total    | 451       | 0,1130           | 51  | 0,1764    | 9   | 0,0199   |
|            | Gpp    | Mâle     | 89        | 0,0786           | 7   | 0,0000    | 0   | 0,0000   |
|            |        | Femelle  | 103       | 0,0388           | 4   | 0,0000    | 0   | 0,0000   |
|            |        | Total    | 192       | 0,0572           | 11  | 0,0000    | 0   | 0,0000   |
|            | Gmm    | Mâle     | 130       | 0,4923           | 64  | 0,0000    | 0   | 0,0000   |
|            |        | Femelle  | 100       | 0,5300           | 53  | 0,0000    | 0   | 0,0000   |
|            |        | Total    | 230       | 0,5086           | 117 | 0,0000    | 0   | 0,0000   |
| Tbg Mba    | Gpg    | Mâle     | 106       | 0,0660           | 7   | 0,0000    | 0   | 0,0000   |
|            |        | Femelle  | 98        | 0,0306           | 3   | 0,0000    | 0   | 0,0000   |
|            |        | Total    | 204       | 0,0490           | 10  | 0,0000    | 0   | 0,0000   |
|            | Gpp    | Mâle     | 67        | 0,2089           | 14  | 0,0714    | 1   | 0,0149   |
|            |        | Femelle  | 76        | 0,0657           | 5   | 0,0000    | 0   | 0,0000   |
|            |        | Total    | 143       | 0,1328           | 19  | 0,0526    | 1   | 0,0069   |
|            | Gmm    | Mâle     | 144       | 0,2708           | 39  | 0,0000    | 0   | 0,0000   |
|            |        | Femelle  | 129       | 0,3875           | 50  | 0,0200    | 1   | 0,0077   |
|            |        | Total    | 273       | 0,3260           | 89  | 0,0112    | 1   | 0,0036   |
| Tbb Eatro  | Gpg    | Mâle     | 90        | 0,1000           | 9   | 0,1111    | 1   | 0,0111   |
|            |        | Femelle  | 115       | 0,0434           | 5   | 0,2000    | 1   | 0,0086   |
|            |        | Total    | 205       | 0,0682           | 14  | 0,1428    | 2   | 0,0097   |
|            | Gpp    | Mâle     | 54        | 0,1296           | 7   | 0,0000    | 0   | 0,0000   |
|            |        | Femelle  | 70        | 0,0714           | 5   | 0,2000    | 1   | 0,0142   |
|            |        | Total    | 124       | 0,0967           | 12  | 0,0833    | 1   | 0,0080   |
|            | Gmm    | Mâle     | 141       | 0,8297           | 117 | 0,4017    | 47  | 0,3333   |
|            |        | Femelle  | 144       | 0,8333           | 120 | 0,3750    | 45  | 0,3125   |
|            |        | Total    | 285       | 0,8315           | 237 | 0,38881   | 92  | 0,3228   |
| Tc IL1180  | Gpg    | Mâle     | 119       | 0,0588           | 7   | 0,0000    | 0   | 0,0000   |
|            |        | Femelle  | 177       | 0,0960           | 17  | 0,0588    | 1   | 0,0056   |
|            |        | Total    | 296       | 0,0810           | 24  | 0,0416    | 1   | 0,0033   |
|            | Gpp    | Mâle     | 103       | 0,0873           | 9   | 0,7777    | 7   | 0,0679   |
|            |        | Femelle  | 87        | 0,0114           | 1   | 0,0000    | 0   | 0,0000   |
|            |        | Total    | 190       | 0,0526           | 10  | 0,7000    | 7   | 0,0368   |
|            | Gmm    | Mâle     | 81        | 1,0000           | 81  | 0,9506    | 77  | 0,9506   |
|            |        | Femelle  | 95        | 0,9894           | 94  | 0,9680    | 91  | 0,9578   |
|            |        | Total    | 176       | 0,9943           | 175 | 0,9600    | 168 | 0,9545   |
| Tc Agri    | Gpg    | Mâle     | 162       | 0,1358           | 22  | 0,6818    | 15  | 0,0925   |
|            |        | Femelle  | 199       | 0,1658           | 33  | 0,6969    | 23  | 0,1155   |
|            |        | Total    | 361       | 0,1523           | 55  | 0,6909    | 38  | 0,1052   |
|            | Gpp    | Mâle     | 156       | 0,1794           | 28  | 0,7500    | 21  | 0,1346   |
|            |        | Femelle  | 159       | 0,0754           | 12  | 0,7500    | 9   | 0,0566   |
|            |        | Total    | 315       | 0,1269           | 40  | 0,7500    | 30  | 0,0952   |
|            | Gmm    | Mâle     | 136       | 0,6985           | 95  | 0,6842    | 65  | 0,4779   |
|            |        | Femelle  | 147       | 0,6190           | 91  | 0,7912    | 72  | 0,4897   |
|            |        | Total    | 283       | 0,6572           | 186 | 0,7365    | 137 | 0,4840   |

Tbg = *Trypanosoma brucei gambiense* ; Tbb = *T. b. brucei* ; Tc = *T. congolense*

L'indice métacyclique de toutes les mouches infectées par *T. congolense* IL 1180 et *T. congolense* Agriumbe a montré des valeurs positives. Cependant, le taux le plus élevé (96 p. 100) de cet indice a été enregistré chez les individus de *G. m. morsitans* Mall (tableau II).

La CV des mouches des trois lignées était nulle ou très faible vis-à-vis de *T. b. gambiense* Phanzu ou Mba, sauf pour *T. b. brucei* EATRO 1125 où cette valeur a atteint 32 p. 100 chez *G. m. morsitans* Mall. En utilisant la souche clonale *T. congolense* IL 1180, la CV des lignées *G. p. gambiensis* MA et *G. p. palpalis* MB était 0 à 30 fois moins importante que celle de *G. m. morsitans* Mall. Le tableau II montre que chez les mouches infectées par *T. congolense* (stock Agriumbe), la CV était plus importante (48 p. 100) chez *G. m. morsitans* (Mall) que chez *G. p. gambiensis* MA et *G. p. palpalis* (11 p. 100).

### Influence de la mouche sur la métacyclogenèse

Les mouches de la lignée *G. m. morsitans* Mall ont été plus réceptives à l'infection intestinale que celles des lignées *G. p. gambiensis* MA et *G. p. palpalis* MB. En considérant la CV, les résultats indiquent que les individus de la lignée *G. p. gambiensis* MA se sont révélés de médiocres vecteurs de *T. b. gambiense* Phanzu. En revanche, *G. m. morsitans* Mall a été meilleur vecteur de *T. congolense* IL 1180 que des autres souches et/ou stock de trypanosomes (tableau II et III).

### Influence du trypanosome sur la métacyclogenèse

*T. congolense* Agriumbe a été mieux transmis par les individus des deux lignées *G. p. gambiensis* MA et *G. p. palpalis* MB que les autres souches. En revanche, *T. congolense* IL 1180 a été mieux transmis par *G. m. morsitans* Mall que les autres souches et/ou stock de trypanosomes (tableau IV et V).

Les souches *gambiense* Phanzu et Mba n'ont pas révélé de différence significative d'indice métacyclique ni de CV chez *G. p. gambiensis* MA et *G. p. palpalis* MB. Des trois souches de *T. brucei* utilisées, les indices procyclique et métacyclique et la CV ont montré que *T. b. brucei* EATRO 1125 était le mieux transmis par *G. m. morsitans* Mall (tableau VI).

Toutefois, on observe qu'au sein de l'espèce *gambiense*, l'indice procyclique de *G. m. morsitans* Mall était plus prononcé ( $\chi^2 = 17,22$  ;  $P < 0,001$ ) chez les individus infectés par *T. b. gambiense* Phanzu que par *T. b. gambiense* Mba. Par ailleurs, la CV était relativement plus importante ( $\chi^2 = 4,12$  ;  $P < 0,05$ ) chez *G. m. morsitans* Mall infectées par la souche Phanzu que par la souche Mba.

## ■ DISCUSSION

### Interactions entre la glossine et le trypanosome

Dans cette étude, une CV importante de 95,45 p. 100 a été enregistrée chez les mouches de *G. m. morsitans* infectées par *T. congolense* IL 1180. Parmi les hypothèses avancées pour expliquer ces résultats, la plus plausible est probablement la meilleure interaction entre les individus de cette lignée et la souche clonale *T. congolense* IL 1180. Maudlin et Welburn (16) ont également enregistré une CV très élevée de 83,98 et 100 p. 100 en infectant respectivement les mouches de *G. m. morsitans* (colonie de Langford) par les stocks WG 45, S 104 et 1/48 FLY de *T. congolense*.

Il est intéressant de noter, dans le présent travail, que le taux d'infection du stock Agriumbe de *T. congolense* était nettement plus faible que celui du clone IL 1180. Ces données pourraient être

expliquées par le fait que les individus de cette souche clonale, qui est un reflet hautement simplifié de l'hétérogénéité génétique du parasite sur le terrain (23), sont parfaitement bien adaptés aux mouches de la lignée *G. m. morsitans* Mall. Cela n'est pas le cas pour les mouches des lignées *G. p. gambiensis* MA et *G. p. palpalis* MB. En utilisant le même clone IL 1180, Moloo et coll. (19) n'ont pu enregistrer qu'une CV de 8,5 et 22,5 p. 100, respectivement chez les mouches de *G. pallidipes* et *G. m. centralis*. Les données de cette étude confirment le point de vue de ces derniers auteurs, à savoir qu'une population donnée de trypanosomes joue un rôle capital dans l'apparition de l'infection chez la mouche.

### Non-transmissibilité

Dans cette étude, l'échec pratiquement total de transmission des souches *gambiense* Phanzu et Mba ne peut être attribué seulement à une mauvaise interaction entre le vecteur et le parasite. Van Hoof et coll. ont rapporté un nombre important de cas de non-transmissibilité de *T. b. gambiense* (26). En outre, ils ont signalé que près de 5 p. 100 des trypanosomes isolés en RDC ont perdu leur transmissibilité cyclique. Ces observations indiquent que la non-transmissibilité peut être un des facteurs intrinsèques inhérents aux trypanosomes du groupe *gambiense*. De plus, deux facteurs interviennent, selon ces auteurs, dans cette non-transmissibilité du trypanosome : le vieillissement dans un hôte unique et l'imprégnation médicamenteuse.

Les données de cette étude ne permettent pas de soutenir la thèse du vieillissement du trypanosome, car les cryostabilats ont été régénérés régulièrement sur rat. Par contre, elles révèlent que dans le groupe *gambiense*, la souche Phanzu, isolée en 1990, n'a été transmise que par *G. p. gambiensis*, tandis que la souche Mba, isolée en 1975, n'a été transmise que par *G. p. palpalis* et *G. m. morsitans*. En tenant compte des affinités entre le vecteur et le trypanosome, il est difficile d'affirmer si le séjour relativement long du parasite en laboratoire a une certaine influence sur la métacyclogenèse. Toutefois, la souche EATRO qui est conservée depuis 32 ans en laboratoire a été bien transmise par les trois lignées de glossines.

### Origine du trypanosome et de la glossine

Ce travail a montré que l'origine géographique du trypanosome ou de la glossine n'a pas nécessairement influé sur la CV. Les souches *gambiense* Mba et Phanzu, qui circulaient respectivement à Kinkole et à Agriumbe, ont été transmises difficilement par leur vecteur sympatrique *G. p. palpalis*, réputée meilleur vecteur de la THA. Des observations similaires ont été rapportées par Le Ray (13) pour ce qui concerne l'incompétence vectorielle de *G. p. palpalis* pour *T. brucei* sp. (Kimayala).

On peut se demander si la CV des trois lignées de glossines étudiées reste identique ou non à celle des mouches issues du milieu naturel. Il faut noter que les conditions et les circonstances liées à l'infection des mouches ne sont pas les mêmes en laboratoire que sur le terrain. Van Hoof et coll. ont observé qu'aux alentours de Kinshasa, la fréquence des tsé-tsé naturellement infectées dans les glandes salivaires était d'environ une pour 3 600 glossines (26).

A Mongo, localité où a été isolée *G. p. palpalis*, Van Wettere a rapporté chez cette mouche un taux d'infection annuel de 0,02 et 0,94 p. 100, respectivement pour *T. brucei* spp. et *T. congolense* (27). Sur 50 infections observées chez *G. p. gambiensis* en zone soudanienne au Mali, Djiteye et coll. ont enregistré 2 p. 100 d'infections à *T. congolense* et aucune infection pour le sous-genre *Trypanozoon* (2). Ces indices sont similaires à ceux des deux lignées *G. p. gambiensis* et *G. p. palpalis* obtenus dans cette étude. De plus, les données présentées ici confortent l'hypothèse de Maudlin et Welburn qui soutiennent que la maturation de

Tableau III

Influence des mouches des lignées *Glossina palpalis gambiensis*, *G. p. palpalis* et *G. morsitans morsitans* sur la métacyclogenèse des cinq souches et/ou stock de trypanosomes

| Trypanosome                    | Meilleur vecteur                    |                                      |                                      |
|--------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
|                                | p                                   | m                                    | CV                                   |
| <i>T. b. gambiense</i> Phanzu  | <i>G. m. morsitans</i> <sup>a</sup> | <i>G. p. gambiensis</i> <sup>a</sup> | <i>G. p. gambiensis</i> <sup>b</sup> |
| <i>T. b. gambiense</i> Mba     | <i>G. m. morsitans</i> <sup>a</sup> | NS                                   | NS                                   |
| <i>T. b. brucei</i> EATRO 1125 | <i>G. m. morsitans</i> <sup>a</sup> | <i>G. m. morsitans</i> <sup>b*</sup> | <i>G. m. morsitans</i> <sup>a</sup>  |
| <i>T. congolense</i> IL 1180   | <i>G. m. morsitans</i> <sup>a</sup> | <i>G. m. morsitans</i> <sup>b*</sup> | <i>G. m. morsitans</i> <sup>a</sup>  |
| <i>T. congolense</i> Agri      | <i>G. m. morsitans</i> <sup>a</sup> | NS                                   | <i>G. m. morsitans</i> <sup>a</sup>  |

*T.* : *Trypanosoma* ; *b.* : *brucei*

<sup>a</sup> P < 0,001 ; <sup>b</sup> P < 0,05 ; \* interférence des mâles ; NS = non significatif

p = indice procyclique ; m = indice métacyclique ; CV = compétence vectorielle

Tableau IV

Influence des cinq souches et/ou stock de trypanosomes sur la métacyclogenèse chez les trois lignées de glossines

| Glossine                | Meilleure souche                          |   |   |
|-------------------------|---|---|---|
|                         | p   | m   | CV  |
| <i>G. p. gambiensis</i> | <i>T. congolense</i> Agri <sup>a</sup>    | <i>T. congolense</i> Agri <sup>a</sup>    | <i>T. congolense</i> Agri <sup>a</sup>    |
| <i>G. p. palpalis</i>   | <i>T. b. gambiense</i> Mba <sup>b</sup>   | <i>T. congolense</i> Agri <sup>a</sup>    | <i>T. congolense</i> Agri <sup>a</sup>    |
| <i>G. m. morsitans</i>  | <i>T. congolense</i> IL 1180 <sup>a</sup> | <i>T. congolense</i> IL 1180 <sup>a</sup> | <i>T. congolense</i> IL 1180 <sup>a</sup> |

*G.* : *Glossina* ; *p.* : *palpalis* ; *m.* : *morsitans* ; *T.* : *Trypanosoma* ; *b.* : *brucei*

<sup>a</sup> P < 0,001 ; <sup>b</sup> P < 0,05

p = indice procyclique ; m = indice métacyclique ; CV = compétence vectorielle

Tableau V

Influence des souches et/ou stock de *Trypanosoma congolense* sur la métacyclogenèse chez les trois lignées de glossines

| Glossine                | Meilleure souche                          |   |   |
|-------------------------|---|---|---|
|                         | p   | m   | CV  |
| <i>G. p. gambiensis</i> | <i>T. congolense</i> Agri <sup>a</sup>    | <i>T. congolense</i> Agri <sup>a</sup>    | <i>T. congolense</i> Agri <sup>a</sup>    |
| <i>G. p. palpalis</i>   | <i>T. congolense</i> Agri <sup>a</sup>    | NS  | <i>T. congolense</i> Agri <sup>b**</sup>  |
| <i>G. m. morsitans</i>  | <i>T. congolense</i> IL 1180 <sup>a</sup> | <i>T. congolense</i> IL 1180 <sup>a</sup> | <i>T. congolense</i> IL 1180 <sup>a</sup> |

*G.* : *Glossina* ; *p.* : *palpalis* ; *m.* : *morsitans*

<sup>a</sup> P < 0,001 ; <sup>b</sup> P < 0,05 ; \*\* interférence des femelles ; NS = non significatif

p = indice procyclique ; m = indice métacyclique ; CV = compétence vectorielle

*T. b. gambiense* est rare chez certaines espèces de tsé-tsé (16). Elles montrent également que le long séjour des glossines en laboratoire ne semble pas altérer leur pouvoir vectoriel.

Pour Elsen et coll., *G. m. morsitans* (Mall) représente une lignée dans laquelle ont été injectées systématiquement les mouches avec les nouveaux allèles identifiés dans diverses expériences de génétique (4). A cet égard, Gooding et Rolseth affirment que la variation génétique des mouches de *G. m. centralis* d'élevage est plus élevée que celle de la population naturelle (7). Nous ne disposons pas d'éléments probants pour démontrer que cette variation génétique intéresse également la susceptibilité de glossines aux infections trypanosomiennes. Néanmoins, les résultats de cette étude montrent

que la CV des glossines n'est pas un fait du hasard. Elle paraît spécifique pour certains souches et/ou stock de trypanosomes et non spécifique pour d'autres.

### Cycle biologique

Dans le présent travail, l'écart de maturation entre *T. brucei* spp. et *T. congolense* peut être discuté également en fonction du cycle biologique du parasite. On sait que ce cycle est plus complexe et dure plus longtemps chez *T. brucei* spp. que chez *T. congolense*. C'est probablement une des raisons pour laquelle le clone IL 1180 et le stock Agriumbe de *T. congolense* ont été mieux transmis cycliquement que les souches et stock de *T. brucei*. Plusieurs auteurs

Tableau VI

Influence des souches et/ou stock de *Trypanosoma brucei* sur la métacyclogenèse chez les trois lignées de glossines

| Glossine                | Meilleure souche                             |   |   |
|-------------------------|--|---|---|
|                         | p  | m   | CV  |
| <i>G. p. gambiensis</i> | <i>T. b. gambiense</i> Phanzu <sup>a**</sup> | NS  | NS  |
| <i>G. p. palpalis</i>   | <i>T. b. gambiense</i> Mba <sup>*</sup>      | NS  | NS  |
| <i>G. m. morsitans</i>  | <i>T. b. brucei</i> EATRO 1125 <sup>a</sup>  | <i>T. b. brucei</i> EATRO 1125 <sup>a</sup> | <i>T. b. brucei</i> EATRO 1125 <sup>a</sup> |

*G.* : Glossina ; *p.* : *palpalis* ; *m.* : *morsitans*

<sup>a</sup> P < 0,001 ; \* interférence des mâles ; \*\* interférence des femelles ; NS = non significatif

p = indice procyclique ; m = indice métacyclique ; CV = compétence vectorielle

reconnaissent l'existence d'une faible affinité entre les mouches du groupe *palpalis* et *T. congolense* (1, 2, 13, 15, 18, 23, 28, 30). Paradoxalement, les données de cette étude révèlent que les mouches des lignées *G. p. gambiensis* MA et *G. p. palpalis* MB transmettent mieux *T. congolense* que *T. b. gambiense* et *T. b. brucei*.

### Sexe

Ces résultats mettent en exergue une différence de CV entre les mâles et les femelles, mais cette différence n'est pas significative. Ceci est en contradiction avec les observations de Moloo et Gooding qui montrent que chez les mouches infectées par le sous-genre *Trypanozoon*, les mâles ont un taux d'infection métacyclique plus élevé que celui de femelles (17). Par contre, l'infection due à *T. congolense* n'entraîne pas de différence significative entre les deux sexes. Djiteye et coll. conseillent la prudence dans l'analyse de telles différences qui proviennent souvent d'une mortalité différentielle des sexes et d'une représentativité insuffisante de l'échantillonnage (2).

### Influence de l'hôte

L'influence de l'hôte nourricier n'a pas été étudiée dans ce travail. Toutefois, le rat a été utilisé comme hôte infectieux et hôte d'entretien, bien que les mouches d'élevage des lignées *palpalis* aient été nourries sur cobaye et celles de *G. m. morsitans* Mall sur lapin. En travaillant sur la souris, Kazadi et coll. (en préparation) ont observé une CV de 11, 5 et 3 p. 100 respectivement chez les mouches des lignées *G. p. gambiensis* MA, *G. p. palpalis* MB et *G. m. morsitans* Mall infectées par la souche Phanzu. En utilisant le rat dans le présent travail, la CV de ces trois lignées a été nettement moins importante, car elle a varié entre 0 et 1,9 p. 100. Ces données appuient l'hypothèse de Geigy et coll. selon laquelle les espèces, mais non les individus d'hôtes fournissant le repas infectieux, jouent un rôle dans la détermination de l'infectivité (6).

### CONCLUSION

Les données de ce travail révèlent que le succès ou l'échec de la transmission cyclique dépend du mode d'interactions entre le vecteur et le trypanosome. Par ordre décroissant, la lignée de *G. m. morsitans* Mall était le meilleur vecteur expérimental de *T. congolense* (souche IL 1180), *T. congolense* (stock Agriumbe) et *T. b. brucei* (souche EATRO 1125).

Les individus de *G. m. morsitans* Mall infectés par *T. congolense* IL 1180 ont montré une CV de 0,9545. Cette CV est restée plus importante que celles obtenues avec des lignées *G. p. gambiensis*

MA et *G. p. palpalis* MB. Le couple *G. m. morsitans* Mall et *T. congolense* IL 1180 ont constitué un bon modèle expérimental pour l'étude des facteurs intrinsèques et extrinsèques qui ont modulé la CV dont les mécanismes n'ont pas été entièrement élucidés.

### Remerciements

Ce travail fait partie d'un programme de recherche soutenu financièrement par le ministère belge de la Coopération au développement (AGCD).

### BIBLIOGRAPHIE

1. DISTELMANS W., D'HAESELEER F., KAUFMAN L., ROUSSEEW P., 1982. The susceptibility of *Glossina palpalis palpalis* at different ages to infection with *Trypanosoma congolense*. *Ann. Soc. belge Méd. trop.*, **62**: 41-47.
2. 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.
3. ELDIRDIRI A.B., 1981. Studies on *Trypanosoma brucei gambiense*: Parasitology, antigenic variation and serodemology. Thèse Doct., Université catholique de Louvain, Louvain, Belgique, 287 p.
4. ELSÉN P., VAN HEES J., DE LIL E., 1993. L'historique et les conditions d'élevage des lignées de glossines (Diptera, Glossinidae) maintenues à l'Institut de médecine tropicale Prince Léopold d'Anvers. *J. Afr. Zool.*, **107** : 439-449.
5. GEIGY R., KAUFFMANN M., 1973. Sleeping sickness survey in the Serengeti area (Tanzania) 1971: examination of large mammals for trypanosomes. *Acta trop.*, **30**: 12-23.
6. GEIGY R., KAUFFMANN M., STEIGER R., BRUN R., 1971. Influence of bloodmeals from different donors on the infection rates of *Trypanosoma brucei* in *Glossina*. *Acta trop.*, **32**: 164-169.
7. GOODING R.H., ROLSETH B.M., 1992. Genetics of *Glossina morsitans morsitans* (Diptera: Glossinidae). XIV. Map locations of the loci for phosphoglucomutase and glucose-6-phosphate isomerase. *Genome*, **35**: 699-701.
8. HERBERT W.J., LUMSDEN W.H.R., 1976. *Trypanosoma brucei*: a "matching" method for estimating the host parasitaemia. *Exp. Parasitol.*, **40**: 427-431.
9. KAZADI J.M., ELSÉN P., JOCHEMS M., VAN HEES J., VAN DEN ABEELE J., KAGERUKA P., 1994. Amélioration de la technique de dissection du tractus digestif et des glandes salivaires des glossines pour la mise en évidence des divers stades de développement des trypanosomes. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **47** : 89-92.

10. KAZADI J.M., KAGERUKA P., MARTIN O., LOSSON B., VAN HEES J., 1996. Infection expérimentale de *Glossina morsitans morsitans* (Mall) par *Trypanosoma congolense* (ZRE/G143/90). Cycle du parasite et compétence vectorielle de la glossine. *Vet. Res.*, **27** : 579-587.
11. KAZADI J.M., VAN HEES J., JOCHEMS M., KAGERUKA M., 1991. Etude de la capacité vectorielle de *Glossina palpalis gambiense* (Bobo Dioulasso) vis-à-vis de *Trypanosoma brucei brucei* EATRO 1125. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **44** : 437-442.
12. LAMBRECHT F.L., 1980. Ecological and physiological factors in the cycle transmission of African trypanosomiasis. *Insect. Sci. Appl.*, **1**: 47-54.
13. LE RAY D., 1989. Vector susceptibility to African trypanosomes. *Ann. Soc. belge Méd. trop. (suppl 1)*, **69**: 165-171.
14. LE RAY D., 1975. Structures antigéniques de *Trypanosoma brucei* (Protozoa, Kinetoplastida). *Ann. Soc. belge Méd. trop.*, **55** : 129-311.
15. MAKUMYAVIRI A.M., VAN DER VLOEDT A.A., 1989. *Trypanosoma congolense* : taux d'infection de *Glossina palpalis palpalis* élevée en laboratoire. *Revue Méd. vét.*, **140** : 221-224.
16. MAUDLIN I., WELBURN S.C., 1988. The role of lectins and trypanosome genotype in the maturation of midgut infections in *Glossina morsitans morsitans*. *Trop. Med. Parasitol.*, **39**: 56-58.
17. MOLOO S.K., GOODING R.H., 1995. A comparison of *Glossina morsitans centralis* originating from Tanzania and Zambia, with respect to vectorial competence for pathogenic *Trypanosoma* species, genetic variation and inter-colony fertility. *Med. Vet. Entomol.*, **9**: 365-371.
18. MOLOO S.K., KUTUZA S.B., 1988. Comparative study on the infection rates of different laboratory strains of *Glossina* species by *Trypanosoma congolense*. *Med. Vet. Entomol.*, **2**: 253-257.
19. MOLOO S.K., SABWA C.L., KABATA J.M., 1992. Vector competence of *Glossina pallidipes* and *G. morsitans centralis* for *Trypanosoma vivax*, *T. congolense* and *T. b. brucei*. *Acta trop.*, **51**: 271-280.
20. MOLYNEUX D.H., 1980. Host-trypanosome interactions in *Glossina*. *Insect. Sci. Appl.*, **1**: 39-46.
21. MURRAY M., MURRAY P.K., MCINTYRE W.I.M., 1977. An improved parasitological technique for the diagnosis of African trypanosomiasis. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, **71**: 325-326.
22. PANDAVOINE P., PAYS E., LAURENT M., GELTMEYER Y., LE RAY D., MEHLITZ D., STEINERT M., 1986. The use of DNA hybridization and numerical taxonomy in determining relationship between *Trypanosoma brucei* stocks and subspecies. *Parasitology*, **92**: 31-50.
23. REIFENBERG J.M., CUISANCE D., GIDUDU A., CUNY G., DUVALLET G., FREZIL J.L., 1996. Evaluation de la capacité vectorielle de *Glossina tachinoides* (Diptera, Glossinidae) vis-à-vis de *Trypanosoma (Nannomonas) congolense* : implications épidémiologiques. *Parasite*, **3** : 267-276.
24. TAIT A., ELDIRDIRI A.B., LE RAY D., 1984. Enzyme variation in *Trypanosoma brucei* spp. I: Evidence for the subspeciation of *Trypanosoma brucei gambiense*. *Parasitology*, **84**: 311-326.
25. TOURE S.M., MORTELMANS J., 1990. Impact de la trypanosomose animale africaine (TAA). *Bull. Séanc. Acad. R. Sci. outre Mer*, **36** : 239-257.
26. VAN HOOFF L., HENRARD C., PEEL E., 1938. Contribution à l'épidémiologie de la maladie du sommeil au Congo belge. *Ann. Soc. belge Méd. trop.*, **18** : 143-201.
27. VAN WETTERE P.H.J., 1975. A study on the ecology of *Glossina palpalis palpalis* (Rob.-Desv.1830) in lower Zaire in connection with the epidemiology of human sleeping sickness caused by *Trypanosoma brucei gambiense*. *Doct. dissertation, Universiteit van Amsterdam, Amsterdam, The Netherlands*, 281 p.
28. WELBURN S.C., MAUDLIN I., MOLYNEUX D.H., 1994. Midgut lectin activity and sugar specificity in teneral and fed tsetse. *Med. Vet. Entomol.*, **8**: 81-87.
29. WERY M., WEYN J., NGIMBI N.M., COLAERT J., 1977. Isolement de souches de *Trypanosoma gambiense* au Zaire et leur adaptation aux animaux de laboratoire. *Ann. Soc. belge Méd. trop.*, **57** : 425-437.
30. WILLET K.C., MCMAHON J.P., ASHCROFT M.T., BAKER J.R., 1964. Trypanosomes isolated from *Glossina palpalis* and *G. pallidipes* in Sakwa, Kenya. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, **58**: 391-396.

Reçu le 25.5.98, accepté le 12.1.99

## Summary

**Kazadi J.M., Geerts S., Kageruka P., Losson B., Torreele G.** Interactions between vector and trypanosome in determining the vectorial competence of tsetse flies

In order to study the interactions between tsetse flies and trypanosomes and their impact on metacyclogenesis, 5257 teneral flies of both sexes originating from three laboratory strains, *Glossina palpalis gambiense* (Maisons-Alfort), *G. p. palpalis* (Mongo-Bemba) and *G. morsitans morsitans* (Mali) were used. They were fed once on rats infected with *Trypanosoma brucei gambiense* (Mba and Phanzu strains), *T. b. brucei* (EATRO 1125 strain) or *T. congolense* (IL 1180 clone and Agriumbe stock). Both *palpalis* strains had no or very low vectorial competence (VC) for all trypanosomes tested, except for *T. congolense* clone and stock. *G. m. morsitans* had no VC for both *gambiense* strains, but had a relatively high VC (32%) for *T. b. brucei* EATRO 1125. *G. m. morsitans* had a higher VC for the IL 1180 clone (95.45%) than the Agriumbe stock (48.40%) of *T. congolense*. These results show the excellent interaction between *G. m. morsitans* (Mali) and *T. congolense* IL 1180.

**Key words:** *Glossina* - *Trypanosoma* - Rat - Vector - Experimental infection.

## Resumen

**Kazadi J.M., Geerts S., Kageruka P., Losson B., Torreele G.** Interacciones entre el vector y el tripanosoma en la determinación de la competencia vectorial de las glosinas

El presente estudio se llevó a cabo con el fin de estudiar las interacciones entre la glosina y el tripanosoma en la determinación de la metaciclógenesis. Para esto, se utilizaron 5 257 moscas tenerales de ambos sexos de linajes de *Glossina palpalis gambiense* (Maisons-Alfort), *G. p. palpalis* (Mongo-Bemba) y *G. morsitans morsitans* (Mali). Estas se alimentaron, una vez, en ratas infectadas por *Trypanosoma brucei gambiense* (cepas Mba y Phanzu), *T. b. brucei* (cepa EATRO 1125) y *T. congolense* (clon IL 1180 y estoc Agriumbe). La competencia vectorial (CV) de las moscas de los dos linajes *palpalis* fue nula u omisible, esto con respecto a todos los tripanosomas examinados, excepto para los clones y el estoc de *T. congolense*. La de *G. m. morsitans* fue nula para las dos cepas *gambiense*, pero relativamente alta (32%) para el *T. b. brucei* EATRO 1125. La CV de *G. m. morsitans* para *T. congolense* resultó más importante para el clon IL 1180 (95,45%) que para el estoc Agriumbe (48,40%). Estos resultados muestran una muy buena interacción entre las moscas del linaje *G. m. morsitans* y la cepa clonal *T. congolense* IL 1180.

**Palabras clave:** *Glossina* - *Trypanosoma* - Rat - Vector - Infección experimental.

# Compétence vectorielle des lignées Bobo-Dioulasso et Maisons-Alfort de *Glossina palpalis gambiensis* Vanderplank 1949 infectées simultanément par *Trypanosoma brucei brucei* EATRO 1125

J.M. Kazadi <sup>1,2\*</sup> P. Kageruka <sup>1</sup>  
B. Losson <sup>2</sup> J. Van Hees <sup>1</sup>

## Mots-clés

*Glossina palpalis gambiensis* - *Trypanosoma brucei brucei* EATRO 1125 - Lignée Bobo-Dioulasso - Lignée Maisons-Alfort - Vecteur de maladie - Infection expérimentale.

## Résumé

L'étude a concerné la compétence vectorielle (CV) de 1 257 mouches ténérales des deux lignées parentales Bobo-Dioulasso (BD) et Maisons-Alfort (MA) appartenant à *Glossina palpalis gambiensis*. Les individus de ces lignées ont été nourris une fois et simultanément sur un cobaye infecté par *Trypanosoma brucei brucei* EATRO 1125. Ils ont été disséqués après un entretien de 33 jours sur des cobayes sains. L'analyse statistique des résultats n'a pas montré de différence significative d'indice procyclique entre les mâles et les femelles de la lignée BD. Par contre, cet indice a été plus marqué chez les mâles que chez les femelles de la lignée MA. L'indice procyclique des mâles de la lignée MA a été plus élevé que celui des mâles de la lignée BD. Aucune différence significative d'indice métacyclique n'a été observée entre les mâles ni entre les femelles des deux lignées. Cependant, la CV des mouches de la lignée MA a été plus importante que celle des mouches de la lignée BD. Aucune différence significative de CV n'a été notée entre les mâles et les femelles de la lignée BD, tandis que chez la lignée MA, la CV des mâles a été plus importante que celle des femelles.

## ■ INTRODUCTION

Largement répandue, *Glossina palpalis gambiensis* est responsable de la persistance de la plupart des foyers résiduels de la maladie du sommeil tant en zone de forêt qu'en savane (2). Peu de travaux de laboratoire ont été consacrés à la transmission cyclique des trypanosomes par cette sous-espèce. De manière générale, la plupart des indices de compétence vectorielle (CV) proviennent d'une simple combinaison mettant en relief la glossine, le trypanosome et le mammifère.

Jusqu'en 1990, les modules d'élevage des tsé-tsé de l'Institut de médecine tropicale d'Anvers (IMT) possédaient des colonies

autonomes représentées par une espèce et trois sous-espèces de glossines. Cet élevage a offert l'opportunité de réaliser des transmissions cycliques et de procéder aux comparaisons de la CV entre diverses espèces et sous-espèces de mouches. Une telle approche a été examinée précédemment en infectant simultanément *G. tachinoides* (N'Djamena) et *G. p. gambiensis* (Bobo-Dioulasso) (15).

Le présent travail a eu pour but d'évaluer la CV des mouches ténérales de lignées Bobo-Dioulasso et Maisons-Alfort de *G. p. gambiensis*, issues d'une même origine géographique et nourries simultanément sur un seul cobaye infecté par *Trypanosoma brucei brucei* EATRO 1125.

## ■ MATERIEL ET METHODES

### *Trypanosome*

*Trypanosoma brucei brucei* Mavubwe/66/EATRO 1125 a été isolé en 1966 sur un guib harnaché, *Tragelaphus scriptus*, en Ouganda (33).

1. Département de Santé animale, Institut de médecine tropicale Prince Léopold, Nationalestraat 155, 2000 Antwerpen 1, Belgique

2. Service de parasitologie et de pathologie des maladies parasitaires, Faculté de médecine vétérinaire, B-43, Sart Tilman, Université de Liège, 4000 Liège, Belgique

\* Auteur pour la correspondance : tél. : +32 (3) 247 62 71 ; fax : +32 (3) 216 14 31  
Email : v\_kazadi@itg.be



Le sigle EATRO (East African Trypanosomosis Organisation) a été remplacé par UTRO (Uganda Trypanosomosis Organisation). La caractérisation de cette souche a été faite par la sérologie, le profil isoenzymatique et l'hybridation de l'ADN nucléaire (19, 31, 36). Le cryostabilat (ITMAV 040189) utilisé dans cette expérience provenait du sang de cobaye infecté antérieurement par *G. tachinoides* (N'Djamena).

### Glossines

L'historique et les conditions d'élevage de *G. p. gambiensis* ont été publiés par Itard (12) et Elsen et coll. (6). A l'IMT, l'élevage des lignées BD (Bobo-Dioulasso) et MA (Maisons-Alfort) a démarré, respectivement en 1986 et 1989, à partir des pupes de *G. p. gambiensis* récoltées à environ 30 km de Bobo-Dioulasso au Burkina Faso.

L'étude a porté sur 1 257 mouches ténéales âgées de moins de 32 h, dont 588 individus (272 mâles et 316 femelles) de la lignée BD et 669 autres (322 mâles et 347 femelles) de la lignée MA. Les mouches ont été réparties en cages de chlorure de polyvinyle (PVC) contenant environ 30 individus par sexe.

### Cobayes

Dix cobayes sains pesant environ 900 g ont été utilisés. Parmi eux, deux sujets dont un de réserve ont été inoculés, par voie intrapéritonéale, avec une dose de 0,5 ml du cryostabilat révélant une parasitémie d'antilog 7,8 selon l'échelle d'évaluation de Herbert et Lumsden (10). La même méthode de contrôle a été utilisée, jusqu'au moment du repas infectieux des mouches pour évaluer l'intensité de la parasitémie et déterminer la formule pléomorphique. Celle-ci a été réalisée après un comptage de 200 champs microscopiques, les frottis sanguins ayant été colorés au May-Grünvald-Giemsa.

### Infection des glossines

Un seul repas infectieux a été offert aux glossines. Les cages des mouches mâles ou femelles des lignées BD et MA ont été posées simultanément pendant 15 min, sur les flancs rasés d'un des deux cobayes parasitémiés et préalablement immobilisé dans un dispositif de contention *ad hoc*. Les mouches gorgées ont été séparées des non gorgées après une anesthésie de 3 min réalisée sous une cloche contenant une atmosphère d'azote. Les mouches non repues ont été détruites.

### Maintenance et modalité d'utilisation des cobayes d'entretien

Les mouches gorgées ont été soumises à une diète de 24 h et ont été maintenues pendant 35 jours dans un local climatisé ( $25 \pm 0,5$  °C et  $80 \pm 0,5$  p. 100 d'humidité relative) avec alternance automatique de lumière artificielle (4 lampes à néon) et d'obscurité naturelle de 12 h. Jusqu'à  $j_{33}$ , les mouches des deux sexes de chaque lignée ont été nourries quotidiennement pendant 10 min, sauf le week-end, sur un lot de quatre cobayes sains et soumis à une rotation régulière. Tous les cobayes ont été nourris avec des granulés du commerce (Pavan Service-Carfil Quality, Belgique) et abreuvés *ad libitum*.

A partir de  $j_{10}$ , la recherche des trypanosomes par la méthode de concentration du *buffy-coat* (30) a été réalisée avant chaque repas d'entretien de mouches pour détecter d'éventuelles parasitémies cryptiques chez les cobayes nourriciers. Les sujets positifs ont été remplacés par des animaux sains.

### Dissection et analyse statistique

Après avoir établi le taux de mortalité précoce, la dissection des mouches a été réalisée à partir de  $j_{35}$ , précédée d'une diète de 48 h. Elle a été pratiquée selon la technique décrite par Pollock (32). L'intestin moyen et les glandes salivaires des mouches ont été examinés séparément au microscope (Olympus, modèle CH-2) à contraste de phase (x 400).

La compétence vectorielle (CV) a été évaluée selon la formule de Le Ray (18) :

$$CV = p \times m \text{ ou } n'/n'$$

- avec l'indice procyclique  $p = n'/n'$ , où  $n'$  est la proportion de mouches infectées dans l'intestin moyen et  $n$  la proportion de mouches ténéales initialement gorgées du sang infectieux, puis disséquées après l'accomplissement de la métacyclogenèse ;

- l'indice métacyclique  $m = n''/n'$ , où  $n''$  représente la proportion de mouches ayant développé les métatrypanosomes dans les glandes salivaires et  $n'$  la proportion de mouches ayant hébergé des formes procycliques.

Le bilan parasitologique a été établi en comparant le sexe des mouches des deux lignées et celui des mouches de chaque lignée à l'aide du test du  $\chi^2$  de Pearson.

## RESULTATS

### Bilan démographique

#### Taux de gorgement

Le taux global de gorgement enregistré lors du repas infectieux a été de 65 (n = 380/588) et 67 p. 100 (n = 449/669), respectivement chez les mouches des lignées BD et MA. Chez la lignée BD, plus de femelles ont été gorgées ( $\chi^2 = 32,15$  ;  $P < 0,001$ ) que de mâles. Aucune différence significative de gorgement n'a été enregistrée entre les sexes de la lignée MA (tableau I).

#### Taux de mortalité

Le taux global de mortalité a atteint respectivement 7 et 3 p. 100 chez les mouches des lignées BD et MA. Chez les deux lignées, le taux de mortalité des mâles était environ 2 à 4 fois plus élevé que celui des femelles (tableau I).

### Bilan parasitologique

#### Taux d'infection intestinale et indice procyclique (p)

Les taux d'infection des mouches des lignées BD et MA ont été repris dans la figure 1. Celle-ci montre qu'une grande proportion de glossines des deux lignées n'ont pas été infectées. Les formes procycliques, très mobiles, ont été observées chez quatre mouches de la lignée MA mortes précocement à  $j_2$ .

Aucune différence significative d'indice  $p$  n'a été détectée entre les mâles et les femelles de la lignée BD. En revanche, cet indice a été plus prononcé ( $\chi^2 = 10,66$  ;  $P < 0,01$ ) chez les mâles que chez les femelles de la lignée MA. L'indice  $p$  des mâles de la lignée MA a été plus élevé ( $\chi^2 = 8,44$  ;  $P < 0,01$ ) que celui des mâles de la lignée BD. Aucune différence significative d'indice  $p$  n'a été enregistrée

Tableau I

Bilans démographique et parasitologique des lignées Bobo-Dioulasso (BD) et Maisons-Alfort (MA) de *Glossina palpalis gambiensis*

|                | <i>G. p. gambiensis</i> (BD) |             |             | <i>G. p. gambiensis</i> (MA) |             |             |
|----------------|------------------------------|-------------|-------------|------------------------------|-------------|-------------|
|                | Mâle                         | Femelle     | Total       | Mâle                         | Femelle     | Total       |
| Nombre utilisé | 272                          | 316         | 588         | 322                          | 347         | 669         |
| Gorgées (%)    | 143 (52,57)                  | 237 (75,00) | 380 (64,63) | 218 (67,70)                  | 231 (66,57) | 449 (67,12) |
| Mortes (%)     | 21 (14,68)                   | 5 (2,11)    | 26 (6,84)   | 9 (4,13)                     | 5 (2,16)    | 14 (3,12)   |
| Disséquées (n) | 122                          | 232         | 354         | 209                          | 226         | 435         |
| n'             | 9                            | 13          | 22          | 40                           | 19          | 59          |
| p              | 0,0737                       | 0,0560      | 0,0621      | 0,1913                       | 0,0840      | 0,1356      |
| n''            | 8                            | 8           | 16          | 34                           | 12          | 46          |
| m              | 0,8888                       | 0,6153      | 0,7272      | 0,8500                       | 0,6315      | 0,7796      |
| CV = p x m     | 0,0655                       | 0,0344      | 0,0451      | 0,1626                       | 0,0530      | 0,1057      |

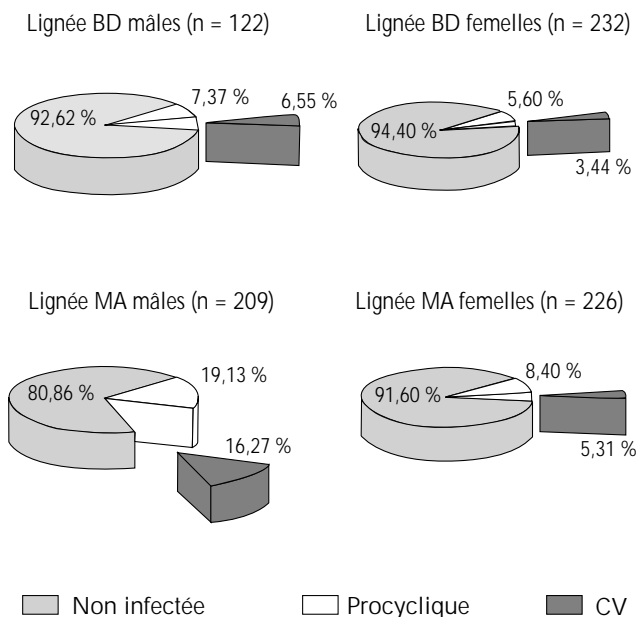


Figure 1 : taux d'infection procyclique et compétence vectorielle des lignées Bobo-Dioulasso et Maisons-Alfort de *Glossina palpalis gambiensis* infectées simultanément par *Trypanosoma brucei brucei* EATRO 1125.

entre les femelles des deux lignées. Sexes confondus, l'indice p des mouches de la lignée MA a été plus élevé ( $\chi^2 = 11,44$  ;  $P < 0,001$ ) que celui des mouches de la lignée BD (tableau I).

#### Taux d'infection glandulaire et indice métacyclique (m)

Sexes confondus, des mouches procycliques des lignées BD et MA ont développé respectivement 72 (n = 16/22) et 78 p. 100 (n = 46/59) d'infection salivaire (tableau I). Aucune différence significative d'indice m n'a été détectée entre les sexes de la lignée BD ni entre ceux de la lignée MA. Cette différence n'a été observée ni entre les mâles ni entre les femelles des deux lignées. De même, aucune différence significative d'indice m n'a été enregistrée entre les mouches des deux lignées.

Chez les deux lignées, les formes épimastigotes et métacycliques ont été observées dans les glandes salivaires. Elles n'ont pas montré de sites préférentiels. Les portions mince ou épaisse de l'organe ont été variablement infectées.

La mise en évidence des métatrypanosomes a été plus aisée sur la portion effilée des glandes salivaires en raison de sa courte longueur et sur les lieux de rupture de la portion épaisse où les trypanosomes ont été extrudés avec des gouttelettes de salive.

#### Compétence vectorielle

Aucune différence significative de la compétence vectorielle (CV) n'a été observée entre les mâles et les femelles de la lignée BD. En revanche, chez la lignée MA, la CV des mâles a été plus importante ( $\chi^2 = 13,78$  ;  $P < 0,001$ ) que celle des femelles. La CV des mâles de la lignée MA a été relativement plus prononcée ( $\chi^2 = 6,55$  ;  $P < 0,05$ ) que celle des mâles de la lignée BD. Aucune différence significative de CV n'a été observée entre les femelles des deux lignées. Sexes confondus, la CV des mouches de la lignée MA a été plus considérable ( $\chi^2 = 9,88$  ;  $P < 0,01$ ) que celle des mouches de la lignée BD (tableau I).

#### Infection cyclique des cobayes des deux lots

Dans le premier lot, tous les cobayes nourriciers de la lignée BD (n = 2) ont été positifs à j<sub>18</sub> et ceux de la lignée MA (n = 2) à j<sub>19</sub>. Dans le second lot et indépendamment des deux lignées, la parasitémie a été détectée cinq jours après l'exposition des cobayes sains (n = 4) aux piqûres infectieuses de glossines.

## DISCUSSION

L'évaluation des taux d'infection des glossines s'avère nécessaire pour appréhender l'épidémiologie des trypanosomoses et pour mieux organiser la lutte antivectorielle. En milieu naturel, *G. p. gambiensis* est infectée aussi bien par *Trypanosoma grayi* que par des trypanosomes de la section salivaria (2). Dans un essai précédent, Kazadi et coll. (15) ont observé que la CV de *G. p. gambiensis* (BD) était plus importante que celle de *G. tachinoïdes* (N'Djamena) vis-à-vis de *T. b. brucei* EATRO 1125. En infectant simultanément deux lignées parentales de *G. p. gambiensis* avec la même souche de trypanosome, les résultats de cette expérience

montrent que la CV des mouches de la lignée MA était plus marquée que celle des individus de la lignée BD. Ces résultats confirment les observations de Harley et Wilson (9), Moloo et coll. (29), Moloo et coll. (27) et Moloo et Kutuza (25) pour lesquels la CV varie selon l'espèce de mouche.

Des glossines d'élevage semblent révéler, après un certain temps, des différences génétiques par rapport à leur population d'origine (1, 5, 7, 14, 17, 37). Les deux lignées testées dans cette étude ont été colonisées dans les modules d'élevage de l'IMT depuis plus de huit ans. Toutefois, leur degré de susceptibilité vis-à-vis de *T. b. brucei* EATRO 1125 n'était pas identique ; la CV a été plus prononcée chez les mouches de la lignée MA que chez celles de la lignée BD. Ces résultats confirment les observations d'Elsen et coll. (5) qui signalent qu'en utilisant *T. b. gambiense* MBA, les mouches de la lignée MA s'infectent plus que celles de la lignée BD.

La comparaison de ces deux lignées du point de vue cytogénique et isozymique révèle que la lignée BD paraît génétiquement plus variable que la lignée MA (5). L'origine de cette variabilité est à rechercher probablement dans l'historique et le mode d'élevage de ces mouches. Elle indique que ces lignées ne représentent probablement pas les populations sauvages dont elles dérivent.

Dans cette étude, une grande proportion de mouches des deux lignées sont demeurées réfractaires à l'infection. L'état réfractaire reflète probablement le système de défense immunitaire des glossines d'empêcher l'établissement des trypanosomes du sang circulant dans leur tube digestif. Cette action s'accomplit par la sécrétion d'une lectine spécifique qui s'attache aux trypanosomes procycliques, provoquant ainsi la lyse et la mort cellulaire (23).

Plusieurs auteurs, notamment Moloo et Kutuza (25), Maudlin et Welburn (23), Vickerman (39), Welburn et coll. (43), attribuent l'échec de l'établissement des trypanosomes chez la mouche aux conditions biochimiques prévalant dans leur intestin. Stiles et coll. (35) ont signalé la présence d'une agglutinine dans le tractus digestif de *G. p. gambiensis*. Selon ces auteurs, cette protéine montre une période d'activité en réponse aux repas sanguins ; elle n'est pas affectée par les inhibiteurs de protéases ni par la trypsine, mais reste inactivée par la pronase.

Maudlin et Dukes (21) et Welburn et coll. (41) ont montré que la susceptibilité des glossines aux infections trypanosomiennes était un caractère héréditaire extrachromosomique. Selon ces derniers auteurs (41), cette susceptibilité est un phénomène confiné à l'établissement des infections intestinales chez les mouches ténérales. Il semble évident que les inclusions cytoplasmiques, les *rickettsia-like organisms* (RLO) qui produisent l'endochitinase (42), sont partiellement responsables de ce mode héréditaire. Les niveaux d'infection restent en relation avec la présence de ces symbiotes qui sont rencontrées aussi bien chez les mouches sauvages que chez les mouches d'élevage (20).

Les résultats de cette étude montrent une différence entre les lignées BD et MA dans leur capacité à acquérir et à transmettre la souche identique de *T. b. brucei* EATRO 1125. Cette différence indique la grande variabilité génétique des populations naturelles des deux lignées *G. p. gambiensis* originaires de la même localité mais élevées séparément. Selon Maudlin et Dukes (21), la différence de susceptibilité entre les sous-espèces de mouches serait due à la variation du titre de lectine dans leur intestin moyen. Une autre lignée parentale de *G. p. gambiensis*, élevée à l'ILRI (International Livestock Research Institute, Nairobi, Kenya), n'est pas susceptible à *T. congolense* d'origine tanzanienne et nigérienne (25)

ni au stock de *T. simiae* (26). Ceci indique le rôle que peut jouer le trypanosome ou la mouche dans l'accomplissement de la métacyclogenèse.

Dans cette expérience, il est difficile d'établir la corrélation entre la proportion des formes trapues et la CV des glossines. Toutefois, le nombre de formes courtes a été nettement inférieur au nombre de formes longues et intermédiaires. Vickerman et coll. (40) soulignent que les formes courtes du sang circulant ne se divisent pas ; elles sont biochimiquement préadaptées à la survie chez la mouche. L'action lytique des lectines sur le nombre réduit des formes trapues peut expliquer la raison pour laquelle la plupart des mouches ne s'infectent pas.

Dans ce travail, aucune différence significative de CV n'a été observée entre les mâles et les femelles de la lignée BD. Ces résultats corroborent ceux obtenus par Kazadi et coll. en utilisant la même association vecteur-trypanosome-hôte (15). En revanche, chez la lignée MA, la CV des mâles a été plus importante que celle des femelles. Si les glandes salivaires des mouches ne possèdent aucune activité trypanocide (11), les résultats de cette étude confirment les observations de plusieurs auteurs qui ont signalé que les mâles produisaient invariablement un index de transmission (IT) plus élevé que celui de femelles (3, 22, 26, 34). Maudlin et Welburn (24), Maudlin et Dukes (21), Maudlin et Welburn (23) et Moloo et coll. (27) admettent que la maturation est un phénomène qui est contrôlé ou influencé par un gène récessif sur le chromosome X. Cette maturation reste indépendante de la présence de RLO (21).

Il est intéressant de noter que les mouches ténérales sont plus susceptibles à l'infection due à *Trypanozoon* que les mouches non ténérales (3, 4, 8, 38, 44). Leurs génotypes ne diffèrent pas quoique les deux stades adultes soient physiologiquement différents (25).

Le cobaye représente une alternative dans le choix de l'hôte comme modèle de laboratoire. L'élevage de cette espèce prend de plus en plus d'importance en milieu paysan où le risque d'infection par les glossines péri-domestiques demeure réel. Dans cette étude, les mouches ténérales de deux lignées ont été infectées une seule fois sur cobaye et leur entretien a été assuré sur des cobayes présumés sains. A ce sujet, Jordan soutient que la source trophique est un facteur primordial dans la détermination de la métacyclogenèse (13).

## ■ CONCLUSION

L'infection simultanée des lignées BD et MA de *G. p. gambiensis* par *T. b. brucei* EATRO 1125 montre que les deux lignées restent susceptibles à l'infection, mais la CV de la lignée MA est plus importante que celle de la lignée BD. L'explication de cette différence se trouve probablement dans l'historique et le mode d'élevage de ces mouches. Chez les deux lignées, l'indice procyclique a ou n'a pas varié entre les mâles et les femelles, tandis que l'indice métacyclique n'a pas montré de différence significative entre les sexes.

## Remerciements

Ce travail a été réalisé grâce à l'appui financier du ministère belge de la Coopération au développement (AGCD). Les auteurs tiennent à remercier le professeur S. Geerts de l'Institut de médecine tropicale d'Anvers pour ses conseils et critiques lors de la rédaction de ce manuscrit. Ils remercient également le professeur G. Torreele pour l'analyse statistique des données. Les mouches d'élevage de la lignée MA de l'IMT provenaient de pupes fournies par le Cirad-emvt, France.

## BIBLIOGRAPHIE

1. AGATSUMA T., OTIENO L.H., 1988. Isoenzyme studies on two field populations of *Glossina pallidipes* Austen (Diptera, Glossinidae) in Kenya. *Insect. Sci. appl.*, **9**: 527-530.
2. CHALLIER A., 1976. Ecologie de *Glossina palpalis gambiensis* Vanderplank, 1949. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **29**: 131-140.
3. DISTELMANS W., D'HAESELEER F., 1983. The susceptibility of gamma-irradiated *Glossina palpalis palpalis* at different ages to infection with *Trypanosoma congolense*. *Ann. Soc. belge Méd. trop.*, **63**: 21-28.
4. DISTELMANS W., D'HAESELEER F., KAUFMAN L., ROUSSEUW P., 1982. The susceptibility of *Glossina palpalis palpalis* at different ages to infection with *Trypanosoma congolense*. *Ann. Soc. belge Méd. trop.*, **62**: 41-47.
5. ELSÉN P., DUJARDIN J.P., LE RAY D., CLAES Y., 1994. Cytogenetic and isozymic comparisons of two laboratory lines of *Glossina palpalis gambiensis*. *Ann. trop. Med. Parasitol.*, **88**: 511-522.
6. ELSÉN P., VAN HEES J., DE LIL E., 1993. L'histoire et les conditions d'élevage des lignées de glossines (Diptera, Glossinidae) maintenues à l'Institut de médecine tropicale Prince Léopold d'Anvers. *J. Afr. Zool.*, **107**: 439-449.
7. GOODING R.H., MOLOO S.K., ROLSETH B.M., 1991. Genetic variation in *Glossina brevipalpis*, *G. longipennis* and *G. pallidipes*, and the phenetic relationships of *Glossina* species. *Med. vet. Entomol.*, **5**: 165-173.
8. HARLEY J.M.B., 1971. Comparison of the susceptibility to infection with *Trypanosoma rhodesiense* of *Glossina pallidipes*, *G. morsitans*, *G. fuscipes* and *G. brevipalpis*. *Ann. trop. Med. Parasitol.*, **65**: 185-189.
9. HARLEY J.M.B., WILSON A.J., 1968. Comparison between *Glossina morsitans*, *G. pallidipes* and *G. fuscipes* as vectors of trypanosomes of the *Trypanosoma congolense* group. *Ann. trop. Med. Parasitol.*, **62**: 178-187.
10. HERBERT W.J., LUMSDEN W.H.R., 1976. *Trypanosoma brucei*: a matching method for estimating the host parasitaemia. *Exp. Parasitol.*, **40**: 427-431.
11. IBRAHIM E.A.R., INGRAM G.A., MOLYNEUX D.H., 1984. Haemagglutinins and parasite agglutinins in haemolymph and gut of *Glossina. Tropenmed. Parasitol.*, **35**: 151-156.
12. ITARD J., 1976. L'élevage de *Glossina palpalis gambiensis* Vanderplank, 1949 (Diptera- Muscidae) à Maisons-Alfort. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **29**: 43-58.
13. JORDAN A.M., 1965. The hosts of *Glossina* as the main factor affecting trypanosome infection rates of tsetse flies in Nigeria. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, **59**: 423-431.
14. JORDAN A.M., NASH T.A.M., TREWERN M.A., 1970. The performance of crosses between wild and laboratory-bred *Glossina morsitans orientalis* Vanderplank. *Bull. ent. Res.*, **60**: 333-337.
15. KAZADI J.M., KAGERUKA P., LOSSON B., VAN HEES J., 1998. Compétence vectorielle des *Glossina tachinoides* Westwood (N'Djamena) et *Glossina palpalis gambiensis* Vanderplank (Bobo-Dioulasso) infectées simultanément par *Trypanosoma brucei brucei* EATRO 1125. *Vét. Res.*, **29**: 511-518.
16. KAZADI J.M.L., VAN HEES J., JOCHEMS M., KAGERUKA P., 1991. Etude de la capacité vectorielle de *Glossina palpalis gambiensis* (Bobo-Dioulasso) vis-à-vis de *Trypanosoma brucei brucei* EATRO 1125. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **44**: 437-442.
17. LANGLEY P.A., MAUDLIN I., LEEDHAM M.P., 1984. Genetic and behavioural differences between *Glossina pallidipes* from Uganda and Zimbabwe. *Entomol. exp. appl.*, **35**: 55-60.
18. LE RAY D., 1989. Vector susceptibility to African trypanosomes. *Ann. Soc. belge Méd. trop.* (suppl.1), **69**: 165-171.
19. LE RAY D., 1975. Structures antigéniques de *Trypanosoma brucei* (Protozoa, Kinetoplastida). Analyse immunoélectrophorétique et étude comparative. *Ann. Soc. belge Méd. trop.*, **55**: 129-311.
20. MAUDLIN I., 1991. Transmission of African trypanosomiasis: Interactions among tsetse immune system, symbiont, and parasites. In: Kerry F. ed., *Advances in disease research*. New York, NY, USA, Harris Springer-Verlag.
21. MAUDLIN I., DUKES P., 1985. Extrachromosomal inheritance of susceptibility to trypanosome infection in tsetse flies. 1. Selection of susceptible and refractory lines of *Glossina morsitans morsitans*. *Ann. trop. Med. Parasitol.*, **79**: 317-324.
22. MAUDLIN I., ELLIS D.S., 1985. Association between intracellular rickettsia-like infections of midgut cells and susceptibility to trypanosome infection in tsetse flies. II. Susceptibility of selected lines of *Glossina morsitans morsitans* to different stocks and species of trypanosomes. *Ann. trop. Med. Parasitol.*, **80**: 97-105.
23. MAUDLIN I., WELBURN S.C., 1988. Tsetse immunity and the transmission of trypanosomiasis. *Parasitol. Today*, **4**: 109-111.
24. MAUDLIN I., WELBURN S.C., 1994. Maturation of trypanosome infections in tsetse. *Exp. Parasitol.*, **79**: 202-205.
25. MOLOO S.K., KUTUZA S.B., 1988. Comparative study on the infection rates of different laboratory strains of *Glossina* species by *Trypanosoma congolense*. *Med. vet. Entomol.*, **2**: 253-257.
26. MOLOO S.K., KUTUZA S.B., DESAI J., 1987. Comparative study on the infection rates of different *Glossina* species for East and West African *Trypanosoma vivax* stocks. *Parasitology*, **95**: 537-542.
27. MOLOO S.K., KUTUZA S.B., DESAI J., 1988. Infection rates in sterile males of *morsitans*, *palpalis* and *fuscipes* groups *Glossina* for pathogenic *Trypanosoma* species from East and West Africa. *Acta trop.*, **45**: 145-152.
28. MOLOO S.K., SABWA C.L., KABATA J.M., 1992. Vector competence of *Glossina pallidipes* and *G. morsitans centralis* for *Trypanosoma vivax*, *T. congolense* and *T. b. brucei*. *Acta trop.*, **51**: 271-280.
29. MOLOO S.K., ZWEYGARTH E., SABWA C.L., 1994. Comparative study on the susceptibility of different laboratory strains of *Glossina* species to *Trypanosoma simiae*. *Med. vet. Entomol.*, **8**: 225-230.
30. MURRAY M., MURRAY P.K., MCINTYRE W.I.M., 1977. An improved parasitological technique for the diagnosis of African trypanosomiasis. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, **71**: 325-326.
31. PAINDAVOINE P., PAYS E., LAURENT M., GELTMEYER Y., LE RAY D., MEHLITZ D., STEINERT M., 1986. The use of DNA hybridization and numerical taxonomy in determining relationship between *Trypanosoma brucei* stocks and sub-species. *Parasitology*, **92**: 31-50.
32. POLLOCK J.N., 1982. Manuel de lutte contre la mouche tsé-tsé. Rome, Italie, FAO.
33. REID H.W., BURRIDGE M.J., PULLAN N.B., SUTHERST R.W., WAIN E.B., 1970. Survey for trypanosome infections in domestic cattle and wild animals in areas of East Africa. *Br. Vet. J.*, **126**: 622-626.
34. ROBERTS C.J., GRAY A.R., 1972. A comparison of *Glossina morsitans submorsitans* Newst. and *G. tachinoides* West., collected and maintained under similar conditions, as vectors of *Trypanosoma (Nannomonas) congolense*, *T. (N.) simiae* and *T. (Duttonella) vivax*. *Ann. trop. Med. Parasitol.*, **66**: 41-53.
35. STILES J.K., INGRAM G.A., WALLBANKS K.R., MOLYNEUX D.H., MAUDLIN I., WELBURN S., 1990. Identification of midgut trypanolysin and trypanoagglutinin in *Glossina* spp. (Diptera: Glossinidae). *Parasitology*, **101**: 369-376.
36. TAIT A., ELDIRDIRI A.B., LE RAY D., 1984. Enzyme variation in *Trypanosoma brucei* spp. I. Evidence for the subspeciation of *Trypanosoma brucei gambiense*. *Parasitology*, **89**: 311-326.
37. TARIMO S.A., GOODING R.H., ROLSETH B.M., 1990. Genetic variation in two field populations and a laboratory colony of *Glossina pallidipes* (Diptera, Glossinidae). *J. med. Entomol.*, **27**: 586-591.
38. VAN HOOFF L.M.J., HENRARD C., PEEL E., 1937. Influences modificatrices de la transmissibilité cyclique du *Trypanosoma gambiense* par *Glossina palpalis*. *Ann. Soc. belge Méd. trop.*, **17**: 385-440.
39. VICKERMAN K., 1965. Polymorphism and mitochondrial activity in sleeping sickness trypanosomes. *Nature*, **208**: 762-766.
40. VICKERMAN K., TETLEY L., HENDRY K.A.A., TURNER C.M.R., 1988. Biology of African trypanosomes in the tsetse fly. In: *Biology of cell*. Paris, France, Elsevier.
41. WELBURN S.C., ARNOLD K., MAUDLIN I., GOODAY G.W., 1993. Rickettsia-like organisms and chitinase production in relation to transmission of trypanosomes by tsetse flies. *Parasitology*, **107**: 141-145.
42. WELBURN S.C., MAUDLIN I., ELLIS D.S., 1989. Rate of trypanosome killing by lectins in midgut of different species and strains of *Glossina*. *Med. vet. Entomol.*, **3**: 77-82.
43. WELBURN S.C., MAUDLIN I., MOLYNEUX H.D., 1994. Midgut lectin activity and sugar specificity in teneral and fed tsetse. *Med. vet. Entomol.*, **8**: 81-87.
44. WIJERS D.J.B., 1958. Factors that may influence the infection rate of *Glossina palpalis* with *Trypanosoma gambiense*. 1. The age of the fly at the time of the infected feed. *Ann. trop. Med. Parasitol.*, **52**: 385-390.

Reçu le 3.6.98, accepté le 14.1.99

**Summary**

**Kazadi J.M., Kageruka P., Losson B., Van Hees J.** Vectorial competence of the lines Bobo-Dioulasso and Maisons-Alfort of *Glossina palpalis gambiensis* Vanderplank 1949 simultaneously infected by *Trypanosoma brucei brucei* Eatro 1125

The vectorial competence (VC) of 1257 teneral tsetse flies of two parental Bobo-Dioulasso (BD) and Maisons-Alfort (MA) lines of *Glossina palpalis gambiensis* were assessed. The flies from both lines were fed once and simultaneously on a guinea pig infected with *Trypanosoma brucei brucei* EATRO 1125. Prior to dissection they were kept for 33 days with healthy guinea pigs. Based on the statistical analysis of the results the procyclic index did not differ significantly between males and females of the BD line. On the other hand, the index was more pronounced in males than in females of the MA line. The procyclic index of males was higher in the MA line than in the BD line. The metacyclic index did not differ significantly between the males or the females of both lines. However, the VC of the MA line flies was higher than that of the BD line flies. The male VC of the BD line did not significantly differ from that of females, whereas the male VC of the MA line was higher than that of females.

**Key words:** *Glossina palpalis gambiensis* - *Trypanosoma brucei brucei* EATRO 1125 - Bobo-Dioulasso line - Maisons-Alfort line - Vector - Experimental infection.

**Resumen**

**Kazadi J.M., Kageruka P., Losson B., Van Hees J.** Competencia vectorial de los linajes Bobo-Dioulasso y Maisons-Alfort de *Glossina palpalis gambiensis* Vanderplank 1949 infectados simultáneamente por *Trypanosoma brucei brucei* EATRO 1125

El estudio concierne la competencia vectorial (CV) de 1 257 moscas tenerales de dos linajes parentales Bobo-Dioulasso (BD) y Maisons-Alfort (MA) pertenecientes a *Glossina palpalis gambiensis*. Los individuos de estos linajes fueron alimentados una vez y simultáneamente sobre un cobayo infectado por *Trypanosoma brucei brucei* EATRO 1125. Estos se disecaron después de un mantenimiento de 33 días sobre cobayos sanos. El análisis estadístico de los resultados no demostró diferencia significativa en el índice procíclico entre machos y hembras del linaje BD. Por otro lado, este índice fue más marcado en los machos que en las hembras del linaje MA. El índice procíclico de los machos del linaje MA fue más alto que el de los machos del linaje BD. No se observó ninguna diferencia significativa del índice metacíclico ni entre machos ni entre hembras para ambos linajes. Sin embargo, la CV de las moscas del linaje MA fue más importante que la de las moscas del linaje BD. No se notó ninguna diferencia significativa de CV entre los machos y las hembras del linaje BD, mientras que en el linaje MA, la CV de los machos fue más importante que la de las hembras.

**Palabras clave:** *Glossina palpalis gambiensis* - *Trypanosoma brucei brucei* EATRO 1125 - Línea Bobo-Dioulasso - Línea Maisons-Alfort - Vector - Infección experimental.

# Control of tsetse and animal trypanosomosis using a combination of tsetse trapping, pour-on and chemotherapy along the Uganda-Kenya border

J.W. Magona <sup>1\*</sup> N.M. Okuna <sup>1</sup> B.K. Katabazi <sup>1</sup>  
 P. Omollo <sup>1</sup> J.O. Okoth <sup>1</sup> J.S.P. Mayende <sup>1</sup>  
 D.C. Drabile <sup>1</sup>

## Key words

Cattle - *Glossina fuscipes fuscipes* - *Trypanosoma* - Trypanosomosis - Insect controls - Pest control equipment - Trap - Drug therapy - Uganda - Kenya.

## Summary

A joint tsetse and trypanosomosis control program has been carried out along the Uganda-Kenya border since July 1991. A combination of tsetse trapping, pour-on and chemotherapy has been used. Different combinations of control strategies were tried in the project area divided into three zones (A, B and C). In zone A, large-scale applications of pour-on, tsetse trapping (8-10 traps/km<sup>2</sup>) and chemotherapy were used. In zone B, only tsetse trapping (8-10 traps/km<sup>2</sup>) and chemotherapy were used. In zone C, block treatment of cattle in the entire area with diminazene aceturate was carried out followed by less intensive tsetse trapping (4-5 traps/km<sup>2</sup>). During monitoring, 400 cattle in each zone were screened every three months and the tsetse apparent density determined every month. From July 1991 to March 1997 reductions in the prevalence of trypanosomosis and apparent tsetse density of 94 and 99.5% in zone A, 89 and 99.5% in zone B and 79 and 95% in zone C, respectively, were achieved and maintained. The predominant *Trypanosoma* species found in cattle during the control period were: *T. vivax* in zone A, *T. vivax* and *T. congolense* in zone B, and *T. vivax*, *T. congolense* and *T. brucei* in zone C. *Glossina fuscipes fuscipes* was the only tsetse fly species caught. The most effective control strategy was an initial large-scale application of pour-on, followed by trapping and regular chemotherapy. However, control effectiveness seemed to be influenced by the level of trypanosome challenge, speed of initial reduction in tsetse density and sustainability of tsetse and trypanosomosis control inputs during the campaign.

## INTRODUCTION

Tsetse flies (*Glossina* spp.) infest approximately 40% (9.5 million/km<sup>2</sup>) of the land resources of Tropical Africa covering 37 countries (5). Tsetse belts and therefore the distribution of trypanosomosis often extend beyond national boundaries.

Currently, no effective vaccine against trypanosomosis has been developed and natural infection generally fails to result in protective immunity. The control of animal trypanosomosis therefore relies on vector control, use of trypanocidal drugs and keeping genetically resistant or trypanotolerant breeds of livestock. Effective implementation of chemoprophylaxis and chemotherapy requires accurate diagnosis of trypanosomosis based on modern diagnostic methods (1).

All available control methods have their advantages and disadvantages. Hence, no single control method can be the best

1. Livestock Health Research Institute (LIRI), PO Box 96, Tororo, Uganda

\* Author for correspondence (Fax: 256 45 42135)

option in any situation. The choice of the method for use in a given area is influenced by the local situation, disease epidemiology, availability and cost-effectiveness of the method. There is a need therefore to develop integrated control strategies involving vector control, chemotherapy and chemoprophylaxis, and to keep trypanotolerant livestock breeds. Since the distribution of tsetse and trypanosomosis is independent of national boundaries, implementing integrated control strategies should be carried out through regional campaigns involving two or more countries. This paper presents the Ugandan side outcome of the tsetse and trypanosomosis program carried out jointly by Uganda and Kenya along the common border.

## ■ MATERIALS AND METHODS

### Study area

The project area is located in Tororo district, South-East Uganda, between latitudes 0° and 0° 45' N and longitudes 34° and 34° 15' E. It covers an area about 90 km long and 15 km wide. At the beginning of the control program in 1991, the livestock population in the project area was estimated at 50,000 cattle, 40,000 goats, 15,000 sheep and 2000 pigs. The project area receives 1200-1500 mm of rainfall annually. The rainfall pattern is bimodal with two wet seasons (March-May and September-November) and two dry seasons (December-February and June-August). The mean relative humidity is 65% and the daily mean temperature ranges between 15°C (minimum) and 27°C (maximum). The vegetation cover is mainly savannah grassland. *Glossina f. fuscipes* is the commonest tsetse species infesting the area along the vegetation fringing rivers and streams.

### Tsetse and trypanosomosis control

Several tsetse control methods were integrated in the prevention/treatment of trypanosomosis in livestock (cattle, goats, sheep and pigs), depending on which combinations were deemed appropriate for a particular situation. However, the use of deltamethrin impregnated pyramidal traps for tsetse control and chemotherapy were the most applied methods, mainly for maintaining tsetse and trypanosomosis control in the entire project area. The study area was divided into three zones (A, B and C). Different strategies were tried out in these zones at the beginning of the control program with the purpose of obtaining a quick suppression of both tsetse and trypanosomosis.

In zone A, deltamethrin pour-on was initially applied once on 600 head of cattle at a rate of 1 ml per 10 kg body weight in the entire zone in July 1991. This was followed by the use of deltamethrin impregnated pyramidal traps (9) at the rate of 8-10 traps per square kilometer. Then livestock was regularly screened for trypanosomosis using the hematocrit centrifugation technique (HCT) (13) and thin and thick blood smears. Cattle detected positive for trypanosomosis were treated with diminazene aceturate at a dosage of 7.0 mg/kg body weight.

In zone B, deltamethrin impregnated pyramidal traps were used at the rate of 8-10 traps per square kilometer in the entire zone, and the livestock was screened regularly and treated as in zone A.

In zone C, 1791 head of cattle were treated with diminazene aceturate at a dosage of 7 mg/kg body weight in July 1991. Then deltamethrin impregnated pyramidal traps were used at a rate of 4-5 traps per square kilometer. Thereafter, the livestock was regularly examined for trypanosomosis and treated as in zone A.

### Tsetse and trypanosomosis control monitoring

To monitor animal trypanosomosis, 400 cattle from each zone were examined every three months for trypanosomosis by the buffy-coat technique (BCT) (10), and the percentage of animals found positive was determined. The term "prevalence" was used to mean the percentage found positive for trypanosomosis by the buffy-coat technique. Trypanosome species identification was confirmed based on their morphology on thin blood smears.

To monitor the tsetse apparent density, tsetse trapping was performed monthly in each of the zones A, B and C. Twenty biconical traps were set up in the field for 48 h and were checked twice a day. The tsetse apparent density was calculated based on the number of tsetse flies caught per trap per day (F/T/D).

## ■ RESULTS

In zone A, an initial reduction of 94% (from 6.7 to 0.4%) and 99.5% (from 0.55 to 0.003 F/T/D) in the trypanosomosis prevalence and tsetse apparent density, respectively, was achieved and maintained from July 1991 to June 1995. From June 1995 to March 1997, the trypanosomosis prevalence increased slightly but the tsetse population was maintained at a low level (figure 1).

In zone B, the trypanosomosis prevalence declined gradually by 89% (from 12 to 1.3%) from July 1991 to June 1996 then rose and remained high until March 1997. The tsetse apparent density dropped by 99.3% (from 0.44 to 0.003 F/T/D) and remained low up to December 1995, when it increased slightly until March 1997 (figure 2).

In zone C, the trypanosomosis prevalence and tsetse apparent density dropped by 79% (from 17 to 3.0%) and 95% (from 0.65 to 0.03 F/T/D), respectively, from July 1991 to December 1992. From December 1992 to March 1993 there was an upsurge in both trypanosomosis and tsetse apparent density. A single application of pour-on followed by reinforced trapping at a rate of 8-10 traps per square kilometer coupled with chemotherapy led to a decline in the detected cases of trypanosomosis and tsetse apparent density from March 1993 to June 1995. The tsetse apparent density remained low but the detected cases of trypanosomosis increased beyond pre-control levels (figure 3).

According to figure 4, *Trypanosoma vivax* was the predominant species infecting cattle in zone A during the control program. In zone B, both *T. vivax* and *T. congolense* were predominant trypanosome species (figure 5). In zone C, all three trypanosome species, *T. vivax*, *T. congolense* and *T. brucei*, were observed throughout the control program (figure 6).

## ■ DISCUSSION

Tsetse flies infest about 41% of the entire landmass of Uganda and 70% of the livestock population graze with a risk of developing trypanosomosis, of which 40% are under high challenge (11). Consequently, trypanosomosis severely constrains livestock production causing direct losses such as mortality, chronic effects of the disease, abortions, loss of draft power and lowered fertility.

In an attempt to control tsetse and trypanosomosis in Uganda, vector control was tried using ground spraying (12), tsetse trapping (7, 8), chemotherapy and chemoprophylaxis (4). Reliance on a single control method resulted in few benefits in the past since each method has its own advantages and disadvantages.

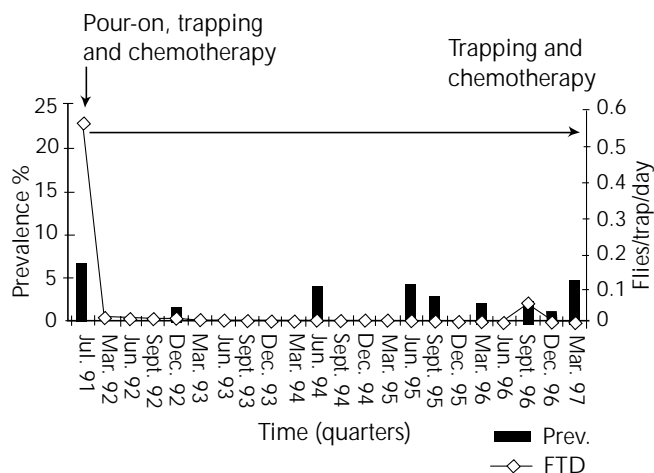


Figure 1: Detected prevalence of trypanosomosis in cattle (n = 400) and apparent tsetse density in zone A of the Uganda-Kenya border, 1991-1997.

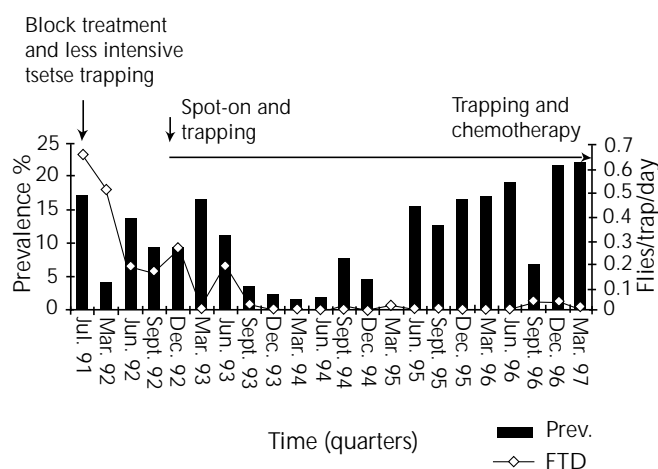


Figure 3: Detected prevalence of trypanosomosis in cattle (n = 400) and apparent tsetse density in zone C of the Uganda-Kenya border, 1991-1997.

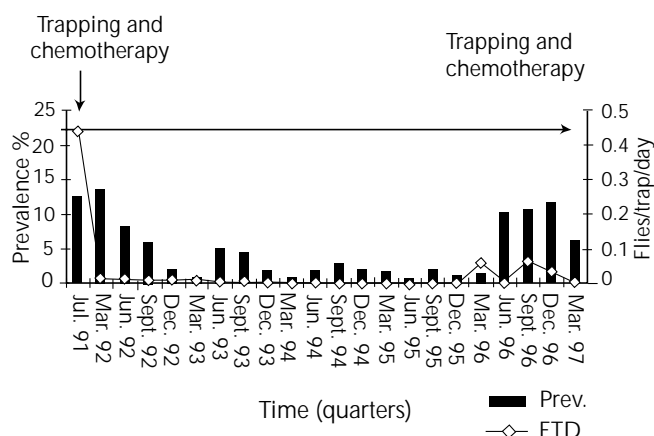


Figure 2: Detected prevalence of trypanosomosis in cattle (n = 400) and apparent tsetse density in zone B of the Uganda-Kenya border, 1991-1997.

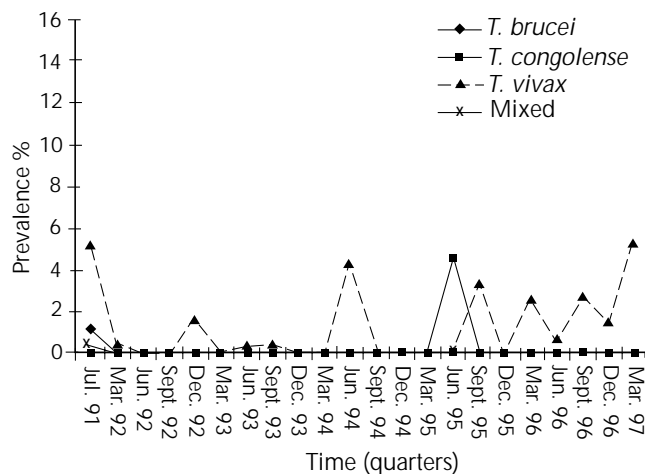


Figure 4: Detected prevalence of different trypanosome species in zone A of the Uganda-Kenya border during control.

For example, ground spraying is a proven method for large-scale tsetse eradication but it has major logistical problems such as maintaining a fleet of vehicles and spraying equipment (6). Traps and targets have the advantage of being cheap, simple and suitable for community-based tsetse control programs. However, they require regular supervision to prevent damages and thefts. In addition, their effectiveness varies with the species and geographic subspecies of *Glossina* (6). Live bait technology based on insecticide sprays, dips and pour-on for cattle using synthetic pyrethroids has the advantage of resulting in a rapid reduction of tsetse (2), reducing the number of nuisance flies and ticks and being suitable for community-based tsetse and trypanosomosis control programs. However, the chemicals need to be regularly applied and are relatively expensive for resource-poor farmers. Trypanocidal drugs are the most widespread method of trypanosomosis control, and a number of benefits are associated with livestock treatment. However, this method is limited by the

increasing occurrence of drug-resistant trypanosome strains, limited availability of drugs and sale of fake drugs on local markets, as almost 60% of the drugs are fake (3).

In view of the limitations affecting the various control methods, integration of tsetse and trypanosomosis control by combining tsetse trapping, live bait technology and chemotherapy has been applied in Uganda. Initial application of deltamethrin pour-on once, followed by long-term trapping using insecticide impregnated pyramidal traps at the rate of 8-10 traps per square kilometer and regular chemotherapy along the Kenya-Uganda border area led to the best results with a reduction of the detected prevalence of animal trypanosomosis by 94% and tsetse apparent density by 99.5% as compared to trapping (8-10 traps per square kilometer) combined with regular chemotherapy alone or block treatment combined with less intensive trapping (4-5 traps per square kilometer) alone. However, after the initial five years



## Various control methods against trypanosomoses in Uganda

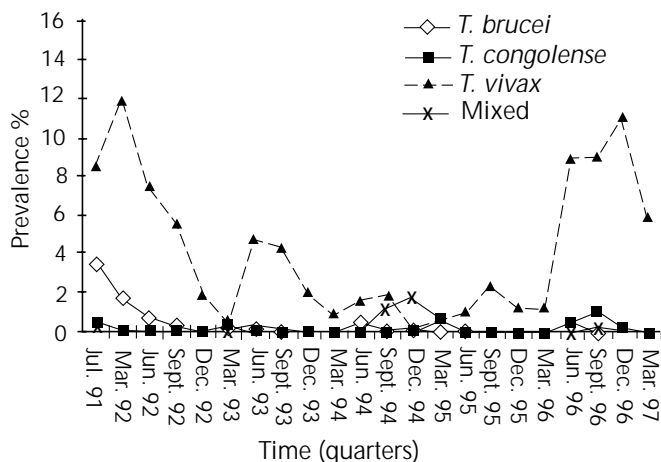


Figure 5: Detected prevalence of different trypanosome species in zone B of the Uganda-Kenya border during control.

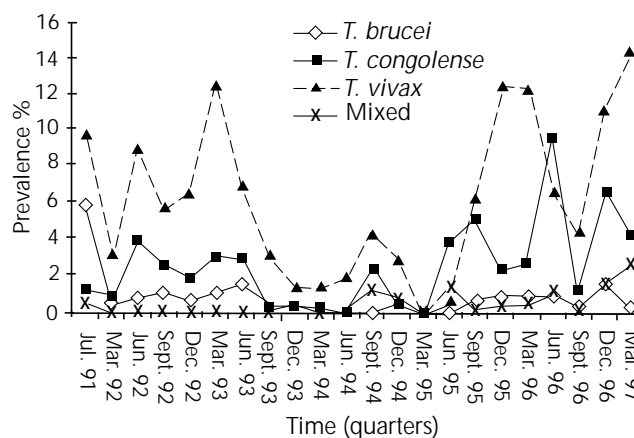


Figure 6: Detected prevalence of different trypanosome species in zone C of the Uganda-Kenya border during control.

(1991-1995) the control program was affected by a shortage of control inputs (drugs, materials for trap manufacturing and funds for logistics) as donor support came to an end. The situation required community participation in terms of meeting the costs and implementing the program augmented by government financial and technical back-up support. In general, tsetse and animal trypanosomosis control in the area changed the epidemiology of the disease in cattle in terms of prevalence of the trypanosome species: *Trypanosoma vivax* became more predominant than *T. congolense* and *T. brucei* as the control program went on.

## CONCLUSION

Initial large-scale application of pour-on followed by trapping and regular treatment of cattle appeared to be the most effective

## REFERENCES

- ALSOP N.J., 1994. FAO Panel of experts report. Rome, Italy, FAO, 149 p. (Technical papers series 121)
- BAUER B., AMSLER-DELAFOSSÉ S., CLAUSEN, P.H., KABORE I., PETRICH-BAUER J., 1995. Successful application of deltamethrin pour-on to cattle in a campaign against tsetse flies (*Glossina* spp.) in the pastoral zone of Samorogouan, Burkina Faso. *Trop. Med. Parasitol.*, **46**: 183-189.
- BROUSSARD P., 1996. Third world hit by traffic in fake drugs. *Guardian Weekly*, 10 November, p. 14.
- GAMURORWA E.B., RWABWISHO A., 1992. Chemotherapeutic trypanosomosis control and animal production. In: Proc. 7th International Conference of Institutions of Tropical Veterinary Medicine, Yamoussoukro, Cote d'Ivoire, September 1992.
- HOLMES P.H., 1991. New opportunities for diagnosis and control of animal diseases in the tropics. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, **85**: 163-167.
- HOLMES P.H., 1997. New approaches to the integrated control of trypanosomosis. *Vet. Parasitol.*, **71**: 121-135.
- KANGWAGYE T.N., OLIKA J.E., BAGUMA G., 1987. Trapping of and ground spraying *Glossina f. fuscipes* in the control of human trypanosomosis epidemic in North-western and South-eastern Uganda.

control strategy. However, the effectiveness of the control program seemed to be influenced by the level of trypanosome challenge in the area, speed of initial reduction in tsetse density and sustainability of tsetse and trypanosomosis control inputs during the campaign. To ensure sustainability of such a control program, the farming community should financially and morally support it.

## Acknowledgments

We thank OAU/IBAR and the EU for financially supporting the tsetse and trypanosomosis control program along Uganda-Kenya border and this study. We are grateful to the Director of the Livestock Health Research Institute for permitting the publication of this paper.

In: Proc. 19th Meeting of the International Scientific Council for Trypanosomosis Research and Control (ISCTRC), Lome, Togo, 1987, p. 413-421. (OAU/STRC Publication No. 114)

8. LANCIEN J., 1993. La maladie du sommeil contrôlée au sud de l'Ouganda (Control of sleeping sickness in Southern Uganda). *Orstom Actualités*, **41** : 7-10.

9. LANCIEN J., GOUTEUX J.K., 1987. Le piège pyramidal à mouche tsé-tsé (Diptera : Glossinidae). *Afrique Méd.*, **26** : 647-652.

10. MURRAY M., MURRAY P.K., MCINTYRE W.I.M., 1977. An improved parasitological technique for the diagnosis of African trypanosomosis. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, **71**: 325-326.

11. NDYABAHINDUKA D.G.K., 1991. Uganda country report. In: Proc. 21st Meeting of the International Scientific Council for Trypanosomosis Research and Control (ISCTRC), Yamoussoukro, Côte d'Ivoire, 1991, p. 100-102. (OAU/STRC Publication No. 116)

12. SEMAKULA M.L., 1981. The status and progress of control of the 1976 Rhodesian sleeping sickness outbreak in Luuka and Kigulu counties, South Busoga, Uganda. In: Proc. 16th Meeting of the International Scientific Council for Trypanosomosis Research and Control (ISCTRC), Yaounde, Cameroun, 1981, p. 462-469 (OAU/STRC Publication No. 111)

13. WOO P.T.K., 1970. The haematocrit centrifuge technique for the diagnosis of African trypanosomosis. *Acta trop.*, **27**: 384-386.

Reçu le 5.3.98, accepté le 14.1.99

## Résumé

Magona J.W., Okuna N.M., Katabazi B.K., Omollo P., Okoth J.O., Mayende J.S.P., Drabile D.C. Lutte contre les glossines et la trypanosomose animale en utilisant, avec des combinaisons différentes, le piège à tsé-tsé, la méthode du *pour-on* et la chimiothérapie, le long de la frontière entre l'Ouganda et le Kenya

Un programme de lutte commun contre les glossines et la trypanosomose a été mis en place le long de la frontière entre l'Ouganda et le Kenya depuis juillet 1991. Des combinaisons différentes utilisant piège à tsé-tsé, méthode du *pour-on* et chimiothérapie ont été utilisées. Ces différentes combinaisons de stratégie de lutte ont été testées dans la région de l'étude divisée en trois zones (A, B et C). Dans la zone A, la méthode du *pour-on* a été appliquée à une grande échelle, et les pièges à tsé-tsé (8-10 pièges/km<sup>2</sup>) et la chimiothérapie ont également été utilisés. Dans la zone B, seuls les pièges à tsé-tsé (8-10 pièges/km<sup>2</sup>) et la chimiothérapie ont été utilisés. Dans la zone C, l'ensemble du bétail a été traité dans toute la zone avec de l'acéturate de diminazène. Des pièges moins nombreux ont ensuite été posés (4-5 pièges/km<sup>2</sup>). Lors du suivi, le dépistage de 400 bovins dans chaque zone a eu lieu tous les trois mois et la densité apparente des tsé-tsé a été déterminée tous les mois. De juillet 1991 à mars 1997, des réductions dans la prévalence des trypanosomoses et dans la densité apparente des tsé-tsé, respectivement de 94 et 99,5 p. 100 dans la zone A, de 89 et 99,5 p. 100 dans la zone B et de 79 et 95 p. 100 dans la zone C ont pu être obtenues et conservées. Les espèces de trypanosomes prédominantes observées chez le bétail pendant la période étaient : *T. vivax* dans la zone A, *T. vivax* et *T. congolense* dans la zone B, et *T. vivax*, *T. congolense* et *T. brucei* dans la zone C. *Glossina fuscipes fuscipes* a été la seule espèce de mouche tsé-tsé attrapée. La stratégie de lutte la plus efficace a été l'application de *pour-on* à une grande échelle dans un premier temps, suivie par l'utilisation de pièges et une chimiothérapie régulière. Cependant, l'efficacité de la lutte a semblé être dépendante du niveau de la pression parasitaire, de la vitesse de réduction initiale de la densité glossinienne et de la durabilité de l'apport de matériel de lutte contre les mouches tsé-tsé et la trypanosomose pendant la campagne.

**Mots-clés :** Bovin - *Glossina fuscipes fuscipes* - *Trypanosoma* - Trypanosomose - Lutte anti-insecte - Matériel de lutte antiparasitaire - Piège - Thérapeutique médicamenteuse - Ouganda - Kenya.

## Resumen

Magona J.W., Okuna N.M., Katabazi B.K., Omollo P., Okoth J.O., Mayende J.S.P., Drabile D.C. Control de la mosca tse-tsé y de la tripanosomosis animal mediante el uso de una combinación de trampas tse-tsé, baños *pour-on* y terapia química a lo largo de la frontera entre Uganda y Kenya

Desde de julio 1991, se lleva a cabo un programa conjunto para el control de la tripanosomosis y la mosca tse-tsé a lo largo de la frontera entre Uganda y Kenya. Se utilizó una combinación de trampas, baños *pour-on* y terapia química. Se probaron diferentes combinaciones para las estrategias de control, en las zonas A, B y C del área del proyecto. En la zona A, se utilizó una aplicación en amplia escala por *pour-on*, trampas tse-tsé (8-10 trampas/km<sup>2</sup>) y terapia química. En la zona B, se utilizaron únicamente trampas tse-tsé (8-10 trampas/km<sup>2</sup>) y terapia química. En la zona C, se llevó a cabo un tratamiento en bloque del ganado en toda el área con aceturato de diminazeno, seguido por una instalación menos intensiva de trampas tse-tsé (4-5 trampas/km<sup>2</sup>). Durante el seguimiento, se registraron 400 cabezas de ganado cada tres meses, determinándose la densidad aparente mensual de moscas tse-tsé. Entre julio 1991 y marzo 1997, se logró reducir y mantener la prevalencia de la tripanosomosis y la densidad aparente de tse-tsé, en 94 y 99,5% en la zona A, 89 y 99,5% en la zona B y 79 y 95% en la zona C, respectivamente. Las principales especies de *Trypanosoma* encontradas en el ganado durante el período de control fueron: *T. vivax* en la zona A, *T. vivax* y *T. congolense* en la zona B y *T. vivax*, *T. congolense* y *T. brucei* en la zona C. *Glossina fuscipes fuscipes* fue la única especie de mosca tse-tsé identificada. La estrategia de control más eficaz fue la de una aplicación inicial en amplia escala por *pour-on*, seguida por trampas y una quimioterapia periódica. Sin embargo, la eficiencia en el control parece estar influenciada por el nivel de tripanosomas, la velocidad de la reducción inicial en la densidad de la tse-tsé y por el mantenimiento en el esfuerzo de control en el nivel de tse-tsé y de tripanosomosis utilizados durante la campaña.

**Palabras clave:** Ganado bovino - *Glossina fuscipes fuscipes* - *Trypanosoma* - Trypanosomosis - Control de insectos - Equipo para control de plagas - Trampa - Terapeutica mendiamentosa - Uganda - Kenia.

# Rapports de synthèse sur les thèmes techniques présentés au Comité international ou aux Commissions régionales



Cette publication contient l'intégralité des thèmes techniques de la Session générale du Comité international et des conférences des Commissions régionales de l'OIE présentés en 1997 par les meilleurs spécialistes intégrant les rapports reçus de tous les pays membres de l'OIE sur le sujet.

**La santé publique vétérinaire en Afrique**, par F.-X. Meslin (original en anglais - traduit en français). Rédigé par le chef de la Santé publique vétérinaire de l'Organisation mondiale de la santé, ce rapport précise dans quelles conditions les vétérinaires des pays africains contribuent à la protection de la santé humaine : champs de leurs responsabilités, organisation des services responsables, relations de travail avec les services médicaux.

**Diagnostic et prévention de la péripneumonie contagieuse bovine**, par H. G. Jäger (original en anglais - traduit en français). Ce document de synthèse, rédigé par un expert Sud-africain, recense les méthodes de diagnostic et de prévention de la péripneumonie contagieuse bovine en Afrique. Les possibilités actuelles des méthodes et des épreuves diagnostiques sont discutées ainsi que l'efficacité de la prophylaxie sanitaire, qui est comparée à celle de la vaccination.

**Encéphalopathie spongiforme bovine, une maladie émergente : mesures, méthodes et moyens pour assurer la protection des animaux et, par conséquent, des hommes contre les risques sanitaires éventuels**, par R. Bradley (original en anglais). Un vétérinaire, spécialiste de l'encéphalopathie spongiforme bovine depuis dix ans, décrit les mesures de surveillance et de contrôle de cette maladie au Moyen-Orient : organisation, réglementation à l'importation, conditions d'emploi des farines de viande, analyse des risques, surveillance de la maladie de Creutzfeld-Jakob.

**Situation sanitaire des équidés au Moyen-Orient**, par G. Yehya (original en anglais). Ce rapport décrit les mesures adoptées au Moyen-Orient pour éradiquer les maladies équine les plus importantes : diagnostic, programmes de prophylaxie, quarantaine, réglementation des échanges. Il décrit également les mesures en vigueur pour contrôler certaines maladies endémiques, notamment la piroplasmose et les trypanosomoses.

**Analyse épidémiologique et interprétation des maladies graves des volailles**, par A. James (original en anglais). Un spécialiste des maladies aviaires démontre l'intérêt, pour l'élevage avicole et pour les services vétérinaires nationaux, de la mise en place d'un réseau de surveillance des maladies aviaires : alerte précoce en cas d'épidémie, aide à la décision, évaluation de risques lors des échanges internationaux, amélioration générale de la santé des volailles et de la qualité des produits de l'aviculture.

**Biotechnologie appliquée aux épreuves diagnostiques et à la production des vaccins**, par S.N. Singh et D.V. Rangnekar (original en anglais). Deux vétérinaires responsables de diagnostics et de production des vaccins en Inde décrivent les progrès que la biotechnologie a apportés dans ces deux domaines. Les tests immunoenzymatiques, les anticorps monoclonaux ou l'analyse génomique ont considérablement amélioré le diagnostic des maladies animales en Asie, et le contrôle de ces maladies va être facilité par l'emploi d'une nouvelle génération de vaccins sous-unitaires ou recombinants.

1997  
21 x 29,7 cm - 179 p.  
ISSN 1022-1050  
ISBN 92-9044-452-5  
Ref. : T/085

Prix unitaire : 150 FrF/25 US\$  
(+ frais d'envoi par voie aérienne économique en sus)  
Prix Euros (frais d'envoi compris) : 25

Office international des épizooties

12, rue de Prony - 75017 Paris, France

Tél. : +33 (0)1 44 15 18 88 - Fax : +33 (0)1 42 67 09 87 - oie@oie.int

# Un nouveau dispositif expérimental pour la mise au point de pièges à tsé-tsé. Premier essai sur *Glossina fuscipes fuscipes* en République centrafricaine

J.P. Gouteux <sup>1</sup>

## Mots-clés

*Glossina fuscipes fuscipes* - Piège - Attractif - Dispositif expérimental - République centrafricaine.

## Résumé

Un nouveau protocole qui présente l'intérêt d'associer dans la même expérience le carré latin et la compétition de deux pièges en vis-à-vis a été testé sur *Glossina fuscipes fuscipes* en République Centrafricaine.

## ■ INTRODUCTION

Le piégeage comme moyen de lutte contre les tsé-tsé se généralise actuellement (4, 6, 13, 19), alors qu'il y a peu de temps cette méthode était encore minimisée ou ignorée (11). Un aspect important de la recherche dans ce domaine est concerné, celui du meilleur rapport efficacité/coût des pièges. Cette recherche porte sur la simplification de leur forme, l'amélioration des systèmes de capture, l'utilisation de matériaux de fabrication moins onéreux et plus résistants, l'attractivité de leurs couleurs. L'addition d'appâts olfactifs ouvre la voie à un autre domaine, mais cette attraction, importante pour les glossines du groupe *morsitans*, est moins évidente pour le groupe *palpalis* (5, 12, 15). L'amélioration structurelle et fonctionnelle des pièges et la mise au point de nouveaux modèles requièrent des méthodes appropriées de comparaison. Le protocole expérimental est classiquement le carré latin. Il a été proposé par Challier et coll. en 1977 (1). C'est un cas particulier de l'analyse de variance à trois critères de classification (piège, lieu, jour). Un des problèmes liés à l'utilisation du carré latin provient d'éventuelles interactions lieu-jour dues aux différences d'activité en fonction de l'emplacement (exposé, abrité, etc.) et du climat (vent, pluie, etc.). Ces interactions entraînent une non-conformité au critère d'additivité (donnant au test de non-additivité de Tukey un F significatif) et le rejet du carré (20). Hargrove (10) a proposé une méthode d'évaluation de l'efficacité absolue du piège en utilisant la grille électrifiée mise au point par Vale (18). Cette méthode nécessite trois ou quatre grilles électriques surdimensionnées (3,3 m x 1,5 m), ce qui est lourd et contraignant mais également susceptible d'introduire des biais liés à la visibilité de cet appareillage. De plus, l'efficacité même de la grille électrique, souvent

prise comme critère de référence, est sévèrement remise en cause par Packer et Brady (16). Une autre méthode, dite de compétition (2, 8, 9, 17), consiste à placer les deux pièges à comparer en vis-à-vis, plusieurs jours d'affilée, en les permutant chaque jour de façon à éviter tout effet lieu. L'hypothèse nulle est alors très simplement testée par un  $\chi^2$ . Dans cette étude, un nouveau dispositif expérimental est proposé, combinant à la fois le carré latin et la compétition de deux pièges en vis-à-vis. L'effet d'écrans de plastique disposés de part et d'autre du piège a également été étudié pour mettre en évidence un éventuel effet perturbateur d'une surface attractive située à proximité.

## ■ MATERIEL ET METHODES

Les pièges fabriqués en polyéthylène bleu et noir possédaient un système de capture identique (figure 1) (7). Le choix des couleurs a été basé sur des différences d'opacité du plastique bleu, perceptibles à l'œil nu. Les pièges B2 et D paraissaient d'un bleu plus vif que les pièges A, B1 et C1, le piège C2 était de couleur intermédiaire. Les pièges doubles formaient un mobile (en référence aux œuvres d'Alexander Calder) : les deux pièges étaient suspendus ensemble à 10 cm l'un de l'autre et pouvaient pivoter autour des trois axes (figure 1). Dans le carré latin, ils représentaient un seul piège, C = C1 + C2 et B = B1 + B2. Les écrans noirs pour la seconde expérience mesuraient 1 m x 0,8 m et étaient faits du même plastique que les écrans intérieurs des pièges. Ils étaient maintenus rigides par deux baguettes glissées dans un ourlet en bas et en haut de l'écran. Ce sont ces écrans et non les pièges qui étaient déplacés lors de l'expérimentation. Dans les deux cas, trois répétitions de carrés latins de taille 4 ont été réalisées en 1992 près du lac Gbalé aux environs de Bangui en République centrafricaine. L'analyse de variance a été effectuée pour trois carrés latins indépendants (14). Les captures appariées des pièges doubles formant un mobile a fait l'objet d'un simple  $\chi^2$  d'ajustement afin de tester l'hypothèse d'une répartition aléatoire entre les deux pièges.

1. Ird (ex-Orstom), Laboratoire d'écologie moléculaire, Ibeas, Université de Pau (Uppa), avenue de l'Université, 64000 Pau, France

Tél./Fax : +33 (0)5 62 64 80 03

E-mail : jean-paul.gouteux@wanadoo.fr

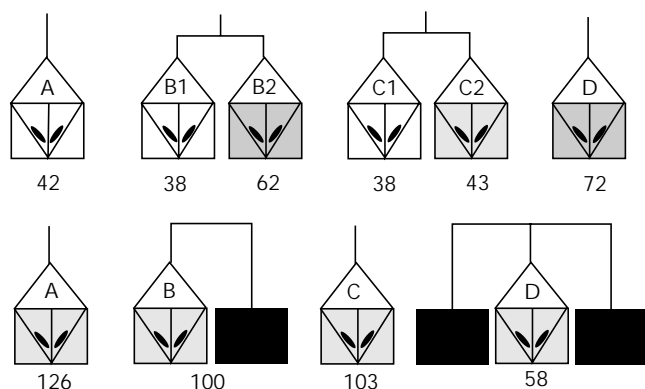


Figure 1 : représentation schématique du dispositif de piégeage et résultats cumulés des captures pour chaque piège (*Glossina fuscipes fuscipes*).

## ■ RESULTATS ET DISCUSSION

Les résultats sont représentés dans la figure 1. L'analyse de variance (test F de Snedecor) était significative pour l'ensemble ( $F_{3,24} = 4,222$  ;  $p < 2,5$  p. 100). Le test du  $\chi^2$  était significatif pour les pièges B1-B2 ( $p < 1,37$  p. 100) et non significatif pour les pièges C1-C2. On retrouve un rapport identique (1,71 et 1,63) pour les pièges à coloration sombre B2 et D par rapport aux colorations claires des pièges B1 et A. Les pièges C au rapport plus faible (1,13) avaient une différence de coloration moins tranchée que les précédents. Les deux pièges en compétition formaient un ensemble d'une taille supérieure à celle d'un piège unique. Etant donné la rotation libre sur l'axe principal des mobiles utilisés ici, le rapport de la surface visible à plusieurs mètres de distance variait de 1 à 2 suivant l'angle, avec une moyenne de 1,5. Le rapport moyen des captures du mobile au piège simple a été de 1,6. On retrouve donc l'effet de dimension augmentant l'attraction, déjà observé par Dagnogo et Gouteux (3) avec des pièges de tailles croissantes. Ces auteurs avaient montré qu'un rapport de 1,5 de la surface visible permettait au piège biconique de prendre en moyenne 1,4 fois plus de *G. palpalis* (3). La seconde série d'expériences a montré que l'effet de détournement d'un écran noir était négligeable, alors que deux écrans ont perturbé significativement l'entrée dans le piège. Cela signifie que deux pièges en compétition ne se gênent pas l'un l'autre par un effet de détournement qui viendrait perturber leur rendement. L'effet réciproque de pièges en vis-à-vis est donc probablement limité à leur efficacité de capture propre. Cette observation a confirmé le principe de la méthode. En effet, elle a montré que la probabilité d'entrer dans l'un ou l'autre piège ne dépend que des caractéristiques de chaque piège. L'efficacité de ces caractéristiques pour la capture des mouches pouvait être légitimement testée par un  $\chi^2$ , l'hypothèse nulle étant une répartition aléatoire entre les deux pièges.

## ■ CONCLUSION

La combinaison dans le même protocole des méthodes du carré latin et de la compétition présente l'intérêt de confronter simultanément une analyse de variance et un  $\chi^2$ . Dans un carré latin, le stationnement aléatoire d'hôtes autour des pièges peut introduire des biais en augmentant ou diminuant localement les captures selon leurs distances au piège. Cet effet disparaît pour les deux pièges du mobile : ils sont trop proches pour que cette perturbation intervienne pour l'un et non pour l'autre. C'est donc une garantie supplémentaire de fiabilité. De plus, le fait d'avoir des pièges en

compétition dans un même lieu au même moment évite toutes les interactions lieu-jour qui peuvent également invalider les carrés latins.

## Remerciements

Nous remercions Alphonse Kota-Guinza qui a permis la réalisation de ce travail et Dominique Cuisance qui a initié la recherche sur le piégeage en République centrafricaine. Ce travail a été financé par le gouvernement de la République centrafricaine, l'Idr (ex-Orstom), la Banque mondiale/Fida, le Fond européen pour le développement (Fed) et le Fonds d'aide et de coopération (Fac), France.

## BIBLIOGRAPHIE

1. CHALLIER A., EYRAUD M., LAFAYE A., LAVEISSIERE C., 1977. Amélioration du rendement du piège biconique pour glossines (Diptera: Glossinidae) par l'emploi d'un cône inférieur bleu. *Cah. Orstom Sér. Ent. Méd. Parasitol.*, **15** : 283-286.
2. CHEKE R.A., GARMS R., 1988. Trials of compounds to enhance trap catches of *Glossina palpalis palpalis* in Liberia. *Med. vet. Entomol.*, **2** : 199-200.
3. DAGNOGO M., GOUTEUX J.P., 1985. Comparaison de différents pièges à tsé-tsé (Diptera, Glossinidae) en Côte d'Ivoire et au Congo. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **38** : 371-378.
4. DRANSFIELD R.D., BRIGHTWELL R., KYORKU C., WILLIAMS B., 1990. Control of tsetse fly (Diptera: Glossinidae) populations using traps at Nguruman, South-West Kenya. *Bull. ent. Res.*, **80** : 265-276.
5. GALEY J.B., MEROT P., MITTEAULT A., FILLEDIER J., POLITZAR H., 1986. Efficacité du dioxyde de carbone comme attractif pour *Glossina tachinoides* en savane humide d'Afrique de l'Ouest. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **39** : 351-354.
6. GEERTS S., 1986. Contrôle des glossines dans le bassin de la Kagéra. *Tropicultura*, **4** : 29-30.
7. GOUTEUX J.P., 1991. La lutte par piégeage contre *Glossina fuscipes fuscipes* pour la protection de l'élevage en République centrafricaine. II. Caractéristiques du piège bipyramidal. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **44** : 295-299.
8. 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.
9. GOUTEUX J.P., LANCIEN J., 1986. Le piège pyramidal à tsé-tsé (Diptera : Glossinidae) pour la capture et la lutte. Essais comparatifs et description de nouveaux systèmes de capture. *Tropenmed. Parasitol.*, **37** : 61-66.
10. HARGROVE J.W., 1980. Improved estimates of the efficiency of traps for *Glossina morsitans morsitans* Westwood and *G. pallidipes* Austen (Diptera: Glossinidae), with a note on the effect of the concentration of accompanying host odour on efficiency. *Bull. ent. Res.*, **70** : 579-587.
11. JORDAN A.M., 1978. Recent developments in techniques for tsetse control. In: Proc. Symp. Medical Entomology Centenary, London, UK, November 23-25, 1977. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, p. 76-84.
12. KUPPER W., SPATH J., KRUBER T., 1991. Attractiveness of chemicals to *Glossina tachinoides* Westwood (Diptera, Glossinidae) in Côte d'Ivoire. *Trop. Pest. Manage.*, **37** : 436-438.
13. LAVEISSIERE C., COURET D., 1981. Lutte contre les glossines riveraines à l'aide de pièges biconiques imprégnés d'insecticide, en zone de savane humide. 5. Note de synthèse. *Cah. Orstom Sér. Ent. Méd. Parasitol.*, **19** : 49-54.
14. LELLOUCH J., LAZAR P., 1974. Méthodes statistiques en expérimentation biologique. Paris, France, Flammarion, 280 p.
15. MEROT P., FILLEDIER J., 1989. Résultat des recherches sur les attractifs olfactifs pour *Glossina tachinoides* au Burkina Faso. In : 20<sup>e</sup> réunion du Csirc, Mombasa, Kenya, 10-14 avril 1989, n° 115, Oau/Sctrc, p. 423-424.

16. PACKER M.J., BRADY J., 1990. Efficiency of electric nets as sampling devices for tsetse flies (Diptera: Glossinidae). *Bull. ent. Res.*, **80**: 43-47.
17. RAYMOND H.L., 1977. Action de l'anhydride carbonique et de facteurs visuels sur les performances de pièges « Manitoba » modifiés en milieu montagnard. *Ent. exp. appl.*, **21** : 121-129.
18. VALE G.A., 1974. New field methods for studying the responses of tsetse flies (Diptera : Glossinidae) to hosts. *Bull. ent. Res.*, **64**: 199-208.

19. VALE G.A., LOVEMORE D.F., FLINT S., COKBILL G.F., 1988. Odour-baited targets to control tsetse flies, *Glossina* spp. (Diptera: Glossinidae), in Zimbabwe. *Bull. ent. Res.*, **78**: 31-49.
20. WILK M.B., KEMPTHORNE O., 1957. Non-additivities in a Latin square design. *J. Am. Stat. Ass.*, **54**: 218-236.

Accepté le 21.1.99

## **Summary**

---

**Gouteux J.P.** Refining tsetse traps via a new experimental set-up. First trials against *Glossina fuscipes fuscipes* in the Central African Republic

A new protocol combining the Latin square and two competing opposite traps within the same experiment was tested against *Glossina fuscipes fuscipes* in the Central African Republic.

**Key words:** *Glossina fuscipes fuscipes* - Trap - Attractant - Experimental design - Central African Republic.

## **Resumen**

---

**Gouteux J.P.** Nuevo dispositivo experimental para la implantación de trampas para tse-tse. Primero ensayo con *Glossina fuscipes fuscipes* en la República centroafricana

Se probó un nuevo protocolo, el cual presenta el interés de asociar entre sí, en un mismo experimento, el cuadrado latino y la competencia de dos trampas, sobre *Glossina fuscipes fuscipes*, en la República centroafricana.

**Palabras clave:** *Glossina fuscipes fuscipes* - Trampa - Atrayente - Diseño experimental - República centroafricana.

# STVM '99 - 5th Biennial Conference

## Society for Tropical Veterinary Medicine

**Tropical diseases: Control and prevention in the context of "the new world order"**

June 12-16, 1999, Key West, Florida, USA

### ▲ Conference theme

Despite improved technology utilizing diagnostic tests and vaccines, the international movement of live animals and the complexity of food trading patterns are increasing the worldwide risk of emerging diseases for both animals and man.

### ▲ Conference format & call for papers

STVM '99 will explore the "new world order" theme during symposia in the mornings and "break out" sessions by discipline in the afternoons. Participants are invited to submit papers and posters for these sessions. Topics may focus on epidemiology, global trade, vaccines and diagnostic technologies and their relationships to emerging diseases. Papers and posters specializing in areas outside the general theme are also welcome.

### ▲ Published proceedings

All participants giving papers and/or presenting posters will be expected to submit a full manuscript at the time of the conference. Both oral and poster papers will be published in English in a special issue of the *Annals of New York Academy of Sciences*.

### ▲ Who should attend?

- Veterinary and Medical Research Scientists
- Epidemiologists and Information Specialists
- Veterinarians and Physicians
- Molecular and Wildlife Biologists
- Vaccine and Pharmaceutical Manufacturers
- Immunologists and Pathologists
- Public Health and Veterinary Officials
- Economists and Disease Modelers

### ▲ Registration information

#### • Regular registration (March 1-April 15, 1999)

|                       |          |
|-----------------------|----------|
| STVM members          | US\$ 450 |
| Non-members           | US\$ 475 |
| Guests                | US\$ 225 |
| Children (10 & under) | US\$ 50  |

#### • On-site registration

|              |          |
|--------------|----------|
| STVM members | US\$ 500 |
| Non-members  | US\$ 530 |

The full registration fee includes one copy of the program abstracts, one proceedings to be mailed following the conference, a welcome reception, a dinner buffet, a poster session social, a social hour, the business meeting breakfast and daily refreshment breaks.

### ▲ Conference location

The Key West Hilton Resort and Marina  
245 Front Street  
Key West, Florida 33040, USA  
Tel: (1) 305-294-4000 / Fax: (1) 305-294-4086

### ▲ Room rate

The room rate prior to April 15, 1999 is \$125.00 with one or two people in a room per night. A Hotel Reservation Form is available online, or you can call the hotel directly (see above number), and specify the Group Code UOF706.

### ▲ STVM President

Emmanuel Camus, Cirad-emvt, France

### ▲ President-elect & STVM '99 Conference Chair

Paul Gibbs, University of Florida, USA

### ▲ Additional meeting registration information

Registration Department  
Office of Conferences and Institutes  
University of Florida Leadership and Education Foundation, Inc.  
Bldg. 639, PO Box 110750, Mowry Rd.  
Gainesville, FL 32611-0750, USA  
Tel: (1) 352-392-5930 / Fax: (1) 352-392-9734  
Email: bamt@gnv.ifas.ufl.edu  
<http://www.ifas.ufl.edu/~conferweb/stvm.htm>

### ▲ Additional conference program information

Dr. Paul Gibbs  
University of Florida, Veterinary Medicine - Pathobiology  
Bldg. 1017, PO Box 100880, Gainesville, FL 32611-0880, USA  
Tel: (1) 352-392-4700 ext. 5882 / Fax: (1) 352-392-5793  
Email: pgibbs@nersp.nerdc.ufl.edu



**Society for Tropical  
Veterinary Medicine**

Founded in 1978

# Diagnostic expérimental (ELISA) de la schistosomose ovine au Sénégal

O.T. Diaw<sup>1</sup> M. Seye<sup>1</sup> M.Mb. Seye<sup>1</sup> Th. N'Diaye<sup>1</sup>  
Y. Kaboret<sup>2</sup> Kh. Dieng<sup>2</sup> Y. Sarr<sup>1</sup>

## Mots-clés

Ovin - *Schistosoma bovis* - *Schistosoma curassoni* - Schistosomose - Test ELISA - Diagnostic - Sénégal.

## Résumé

Ce travail a eu pour objet de tester expérimentalement l'utilisation de la technique ELISA pour le diagnostic des schistosomoses à *Schistosoma bovis* et à *S. curassoni* chez le mouton au Sénégal. Un antigène brut à base de vers adultes de *S. bovis* a été utilisé dans cette analyse immunoenzymologique. L'ELISA a permis de détecter les premiers anticorps anti-*Schistosoma* dès la 6<sup>e</sup> semaine après l'infestation par *S. bovis* et dès la 9<sup>e</sup> semaine par *S. curassoni*, alors que les analyses coprologiques classiques ont été négatives jusqu'à la 8<sup>e</sup> semaine après l'infestation par *S. bovis* et la 10<sup>e</sup> semaine par *S. curassoni*.

## ■ INTRODUCTION

Après la mise en service des barrages de Diama et de Manantali et la multiplication des aménagements hydro-agricoles, un développement de trématodoses humaines et animales a été constaté dans la région du fleuve Sénégal (5). Les schistosomoses animales font partie de ces affections et ont connu ces dernières années une forte recrudescence avec de nombreux foyers. *Schistosoma bovis* et *S. curassoni* sont les seules espèces de schistosomes identifiées au Sénégal chez le bétail (4).

La coprologie demeure la seule méthode de diagnostic *ante-mortem* de ces schistosomoses. Différentes techniques ont été testées et utilisées (13, 17, 18), mais elles sont toutes insuffisantes car basées sur la présence d'œufs qui, dans le cas de la schistosomose, ne peuvent être détectés que deux à trois mois après l'infestation de l'animal. De plus, une excrétion fécale faible et irrégulière est observée dans la schistosomose animale (21).

Pour le diagnostic de cette maladie, une technique plus sensible s'est avérée nécessaire et de nombreux tests sérologiques ont alors été développés (7, 15, 20). Ces derniers, très variés, utilisent différentes méthodes dont la technique ELISA. Très utilisée dans la schistosomose humaine, l'ELISA (12) est peu employée dans le diagnostic de la schistosomose animale. L'objectif de ce travail a été :

– de tester au Sénégal la technique ELISA pour le diagnostic de la schistosomose animale en utilisant un antigène à base de vers

adultes chez des moutons infestés expérimentalement. Ceci a permis d'étudier la cinétique d'évolution des anticorps et la validité de ce test ELISA ;

– d'étudier les réactions croisées avec les autres trématodes.

## ■ MATERIEL ET METHODES

### Animaux d'expérience

Dix moutons de race Peul-Peul, âgés de 8 mois à un an, nés à Dakar dans un élevage de case (zone indemne de trématodoses), ont été utilisés. L'analyse coprologique avant leur infestation par sédimentation (22) a confirmé l'absence de trématodes chez ces animaux. Ces moutons, gardés dans une bergerie, ont été numérotés et répartis en trois lots :

– un lot témoin composé de trois moutons non infestés (n° 871, 875 et 512) ;

– un lot de cinq moutons infestés expérimentalement avec *Schistosoma bovis* (n° 874, 876, 511, 513 et 516) ;

– un troisième lot de deux animaux infestés expérimentalement avec *Schistosoma curassoni* (n° 872 et 873).

### Infestation expérimentale

Sept moutons ont été infestés dont cinq avec *Schistosoma bovis* et deux avec *S. curassoni*. L'infestation s'est faite au niveau de la queue du mouton, après qu'elle ait été rasée, en la laissant tremper pendant 45 min dans une solution d'eau distillée contenant les furcocercaires infestantes de *S. bovis* ou de *S. curassoni*. Ces furcocercaires ont été obtenues à partir de bulins d'élevage (*Bulinus truncatus* pour *S. bovis* et *B. umbilicatus* pour *S. curassoni*) infestés

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

2. Ecole inter-Etats des sciences et médecine vétérinaire (Eismv), BP 5077, Dakar, Sénégal



expérimentalement en laboratoire et suivis jusqu'à la maturation. Chaque mouton a été infesté avec 1 500 furcocercaires issues d'un lot de mollusques positifs : cinq *B. truncatus* pour *S. bovis* et trois *B. umbilicatus* pour *S. curassoni*.

### Prélèvement de sang et de fèces pour analyse

Pendant le suivi des animaux, des prélèvements de fèces servant à des analyses coprologiques (24) ont été effectués avant l'infestation, puis une fois par semaine à partir de la troisième semaine après l'infestation. Des prélèvements individuels de sang en vue de la récolte du sérum pour le test sérologique ELISA ont également été effectués avant l'infestation, puis au rythme d'un par semaine. Les sérums humains utilisés dans cette étude ont été obtenus dans des zones endémiques à *Schistosoma haematobium* et à *S. mansoni* au Sénégal. Les analyses sérologiques ont été réalisées par la technique ELISA.

### Epreuve ELISA (ELISA indirecte)

#### Antigènes utilisés

L'antigène de *Schistosoma bovis* a été obtenu à partir de vers adultes après broyage et centrifugation à 20 000 g pendant 2 h. Le surnageant a été filtré et aliquoté. Cet antigène titrant 13,8 mg de protéines par millilitre, a été fourni par le Cermes de Niamey. Cet antigène a été utilisé à 10,0 µg/ml.

L'antigène de *Fasciola gigantica* était un antigène d'excrétion-sécrétion obtenu à partir de vers adultes. Sa concentration en protéines a été de 3,5 mg/ml (3). Tous ces antigènes à base de schistosomes et de *Fasciola* ont été utilisés dans les tests à 10,0 µg/ml.

#### Fixation des antigènes

Les antigènes bruts ont été dilués dans un tampon de carbonate-bicarbonate 0,05 M, pH 9,6 pour obtenir la concentration de travail fixée à 10,0 µg de protéine par millilitre. Cette solution antigénique a été répartie dans la plaque à raison de 100 µl par cupule, puis, après agitation douce, la plaque a été laissée à incuber pendant une nuit à 4 °C. Après incubation, la plaque a été vidée, puis rincée avec le tampon de lavage (PBS-Tween 20), elle a ensuite été égouttée et séchée.

#### Blocage

Le blocage a été fait avec le tampon PBS-Tween, additionné de 0,5 p. 100 d'albumine, distribué à raison de 150 µl par cupule sensibilisée. L'incubation a duré 30 min à 37 °C sans agitation.

#### Sérums de référence

– Sérum de référence positif pour *Schistosoma bovis* : pour l'étude de la cinétique des anticorps, mélange des sérums de la dernière semaine de prélèvement post infestation de tous les moutons expérimentalement infestés.

– Sérum de référence négatif : mélange des sérums des mêmes moutons prélevés avant l'infestation.

– Sérum de référence positif pour *Fasciola gigantica* : sérums de deux moutons qui ont été infestés expérimentalement avec *Fasciola gigantica* pour une étude sérologique (3). Ces sérums ont été prélevés régulièrement chaque semaine jusqu'à la mort des animaux (11<sup>e</sup> semaine).

#### Sérums de terrain

– Sérum d'animaux atteints de paramphistomose (*Paramphistomum* sp.) : 10 sérums.

– Sérums d'animaux infestés naturellement par *F. gigantica* : 5 sérums.

Il s'agissait de sérums d'animaux infestés naturellement par une seule espèce de trématode (*F. gigantica* ou *Paramphistomum* sp.) (constaté par coprologie sur l'animal vivant et confirmé après l'abattage et l'autopsie). Ces animaux, fortement infestés, se rencontrent dans certaines zones au Sénégal.

– Sérums humains : sérums positifs pour *S. haematobium*, pour *S. mansoni* et sérums négatifs (*S. haematobium* et *S. mansoni* écartées).

La dilution sérique au 1/100 a été retenue après titrage pour tous les sérums analysés. Chaque sérum a été testé sur deux cupules.

#### Conjugués

Des sérums de lapins anti-IgG couplés à de la peroxydase ont été utilisés comme conjugués. Ils provenaient de préparations commerciales (Sigma) (anti-mouton dans l'analyse des sérums de moutons et anti-humain dans celle des sérums humains). Ces conjugués ont été titrés avant utilisation.

#### Lecture et interprétation

Les plaques ont été lues par un lecteur ELISA Multiskan Plus MKII muni d'un filtre de 450 nm de longueur d'onde. Les résultats des sérologies par ELISA ont été exprimés en densité optique (DO). La DO moyenne de deux cupules de chaque sérum a été convertie en pourcentage de positivité (PP) par rapport à la moyenne de la DO du sérum de référence. Ainsi, les auteurs ont choisi d'exprimer les résultats en pourcentage de positivité ou taux d'anticorps (p. 100 AC).

Le principe de fixer le seuil de positivité à la moyenne générale des PP des sérums avant l'infestation (sérum de référence négatif) additionné à deux écarts-types a été retenu au moment des titrages (15). Ainsi cela a permis de fixer les seuils de positivité avec les deux antigènes utilisés :

– antigène de *Schistosoma bovis* (broyat de vers adultes), 45 p. 100 du sérum de référence positif ;

– antigène de *Fasciola gigantica* (excrétion-sécrétion de vers adultes), 45 p. 100.

Chaque sérum testé a ainsi pu être considéré comme positif ou comme négatif en fonction du seuil de positivité défini avec chaque antigène utilisé.

#### Analyse des données

Les données ont été présentées sous forme de graphes de dispersion accompagnés de courbes moyennes et de leur intervalle de confiance. Les courbes moyennes ont été estimées par la méthode des B-splines (10). L'intervalle de confiance de la moyenne a été estimé à partir de la variance des résidus par le test de Student (2). Cette technique ELISA a permis de suivre la cinétique des anticorps par l'analyse des différents prélèvements et d'étudier les réactions croisées avec les autres trématodes.

## ■ RESULTATS

### Etude de la cinétique des anticorps au cours de l'infestation avec *S. bovis* et *S. curassoni*

#### Infestation avec *S. bovis* (cinq moutons)

Dans cette infestation avec *S. bovis* les anticorps antischistosomes ont été décelés dès la 6<sup>e</sup> semaine après l'infestation avec un taux moyen d'anticorps de 54,7 p. 100 (le seuil de positivité ayant été fixé à 45 p. 100) (figure 1a).

Avec l'analyse coprologique, les premiers œufs n'ont été observés qu'à partir de la 7<sup>e</sup> semaine. Lors du sacrifice de ces animaux, à partir de la 13<sup>e</sup> semaine, des vers adultes mâles et femelles (50 à 129) ont été récoltés dans les veines mésentériques.

#### Infestation avec *S. curassoni* (deux moutons)

Les premiers anticorps ont été décelés à partir de la 9<sup>e</sup> semaine. Les analyses coprologiques faites à partir de la 3<sup>e</sup> semaine n'ont été positives qu'à la 10<sup>e</sup> semaine. Après le sacrifice des animaux, des vers adultes mâles et femelles (30 à 100) ont été récoltés à l'autopsie (figure 1b).

#### Animaux témoins non infestés (trois moutons)

Ces moutons ont été suivis jusqu'à la fin de l'expérience. Les analyses sérologiques par l'ELISA n'ont révélé aucune valeur au-dessus de 45 p. 100 (seuil de positivité) (figure 1c). L'analyse coprologique faite à partir de la 3<sup>e</sup> semaine est restée négative.

Comparativement aux témoins, la cinétique des anticorps était bien nette avec *S. bovis* et *S. curassoni*. Cette technique a permis de séparer sérologiquement les animaux infestés par des schistosomes (*Schistosoma bovis* ou *S. curassoni*) de ceux non infestés.

### Réactions croisées de l'antigène de *S. bovis* avec les sérums d'ovins atteints par d'autres helminthoses et les sérums humains atteints de schistosomose

#### Antigène de *S. bovis* et anticorps dirigés contre *Fasciola gigantica*

L'antigène de *S. bovis* a été testé avec les sérums de deux moutons infestés expérimentalement par *Fasciola gigantica* et récoltés à intervalle d'une semaine jusqu'à la 11<sup>e</sup> semaine (3).

L'évolution des anticorps anti-*Fasciola* a été suivie dans cette infestation expérimentale chez le mouton avec la technique ELISA. Avec l'antigène de *S. bovis*, aucune réaction positive n'a été observée avec les sérums de la première jusqu'à la 11<sup>e</sup> semaine (les taux d'anticorps ont varié de 7 à 18 p. 100 et le seuil de positivité a été fixé à 45 p. 100). De même cinq sérums de moutons naturellement infestés par *F. gigantica* ont été testés avec l'antigène *S. bovis* et n'ont pas réagi (les taux d'anticorps ont varié de 6 à 18 p. 100). L'antigène de *S. bovis* n'a pas croisé avec celui de *F. gigantica*.

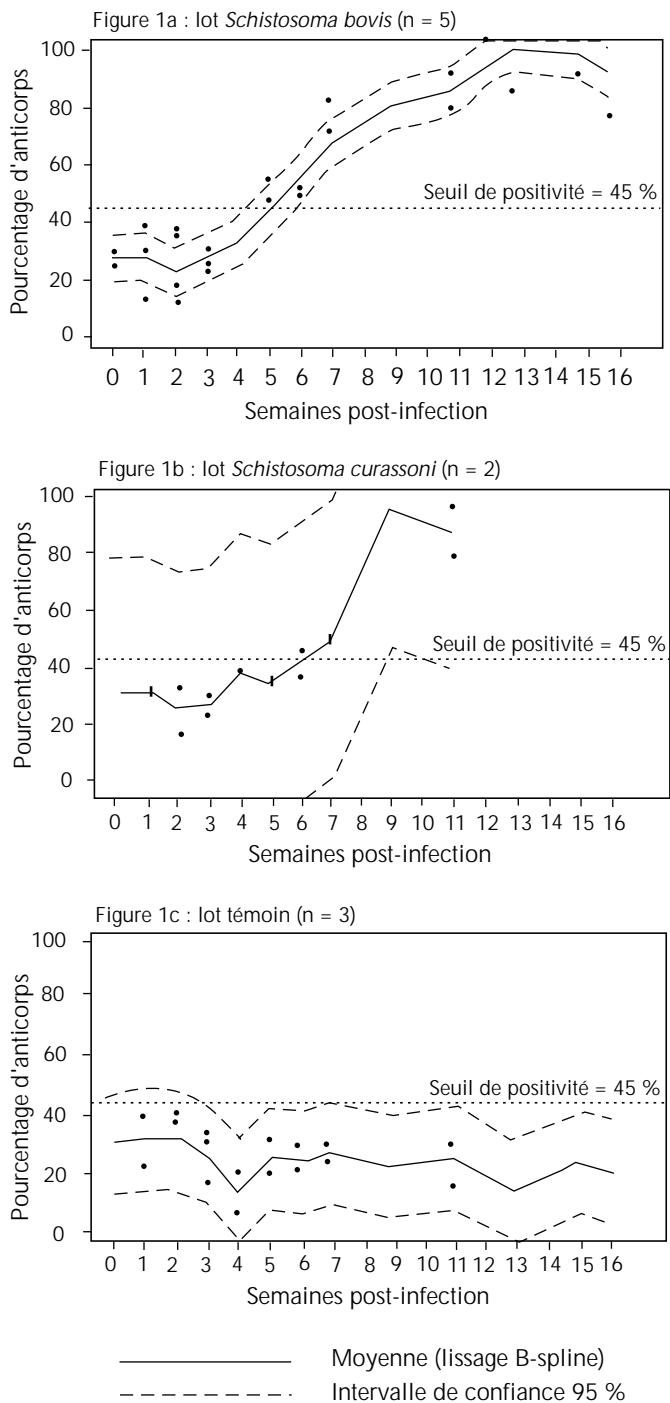
#### Antigène de *S. bovis* sur les sérums de *Paramphistomum* sp.

Dix sérums de moutons infestés par *Paramphistomum* sp. ont été testés avec l'antigène de *S. bovis*. Aucune réaction positive n'a été observée. Les taux d'anticorps ont varié de 8 à 35 p. 100, le seuil de positivité a été fixé à 45 p. 100.

#### Antigène de *S. bovis* sur les sérums de *Schistosoma haematobium* et de *S. mansoni*

Huit sérums humains positifs à *S. haematobium* et dix autres positifs à *S. mansoni* ont été testés avec l'antigène de *S. bovis*. Aucune réaction positive n'a été observée avec ces deux parasites. Le seuil de positivité a été fixé à 45 p. 100, les taux d'anticorps ont varié de 9 à 38 p. 100 avec *S. haematobium*, et de 5 à 40 p. 100 avec *S. mansoni*.

Avec cet antigène de *S. bovis* à base de vers adultes aucune réaction croisée n'a été enregistrée ni avec *F. gigantica* ni avec les sérums humains dirigés contre *S. haematobium* et *S. mansoni*. De même aucune réaction positive n'a été observée avec les sérums d'animaux atteints par *Paramphistomum* sp.



## DISCUSSION

Dans cette étude comportant une infestation expérimentale d'ovins indemnes de trématodes par des schistosomes (*Schistosoma bovis* et *S. curassoni*), le test ELISA utilisant pour antigène des schistosomes adultes (*S. bovis*) a permis de déceler précocement, dès la 7<sup>e</sup> semaine pour *S. bovis* et à la 9<sup>e</sup> semaine pour *S. curassoni*, la présence d'anticorps anti-schistosomes. Ces mêmes résultats sérologiques en ce qui concerne la précocité du diagnostic (de la 6<sup>e</sup> à la 11<sup>e</sup> semaine) ont été obtenus chez la souris avec *Schistosoma mansoni* en utilisant un antigène soluble issu d'œufs de *S. mansoni* (11).

Ainsi, il a été observé que les anticorps avec *S. bovis* étaient plus précoces que ceux avec *S. curassoni*. Parallèlement, il a été observé que l'émission des œufs était plus précoce dans l'infestation avec *S. bovis* que dans celle avec *S. curassoni*. Ces mêmes observations concernant la précocité du diagnostic avaient été faites dans le cas de la fasciolose entre *Fasciola hepatica* et *Fasciola gigantica* (8, 9).

Dans le cas des schistosomoses du bétail, de nombreux et différents tests sérologiques pour la détection des anticorps de l'hôte dirigés contre le parasite ont été bien développés (7, 14, 19) mais n'ont pas été utilisés sur le terrain.

Ce test sérologique a permis de distinguer les animaux infestés expérimentalement avec les schistosomes des animaux non infestés. Mais son utilisation en milieu naturel où les animaux sont polyparasités pose le problème des communautés d'antigènes et des réactions croisées avec d'autres parasites. Dans les zones endémiques de trématodoses de cette étude, on observe le plus souvent la coexistence de *Fasciola gigantica* avec *Schistosoma bovis* et/ou *S. curassoni*, avec des paramphistomes et avec, plus rarement, *Dicrocoelium hospes*.

La recherche d'éventuelles communautés antigéniques entre les principaux helminthes du bétail et les trématodes en particulier est abondamment documentée. Les dernières études au Nigeria par Fagbemi et Obarisiagbon (9) ont montré la communauté antigénique existant entre *F. gigantica*, *S. bovis* et *Dicrocoelium hospes*.

Dans cette étude, l'antigène à base de vers adultes de *S. bovis* a été testé sur des sérums de référence de moutons positifs à *F. gigantica* (infestation naturelle et infestation expérimentale) et des sérums de moutons positifs à paramphistomes (infestation naturelle). Aucune réaction croisée n'a été enregistrée entre l'antigène de *S. bovis* et ceux de *F. gigantica* et de *Paramphistomum* sp. Par contre, l'utilisation d'un antigène homologue à base d'excrétion-sécrétion de *F. gigantica* a permis de déceler les premiers anticorps anti-*Fasciola* dès la 3<sup>e</sup> semaine chez ces mêmes sérums de moutons infestés expérimentalement par *Fasciola gigantica* (3).

Concernant l'antigène de *S. bovis* à base de vers adultes aucune réaction humorale n'a été observée avec les sérums humains positifs à *S. mansoni* et *S. haematobium*, alors que ces derniers ont été décrits (1, 6) comme réagissant avec l'antigène de *S. bovis* utilisant des broyats d'œufs. Des études ont montré que l'antigène de schistosome à base d'œufs permet une détection des anticorps plus précoce et à des niveaux plus élevés que l'antigène à base de vers adultes (15, 16).

## ■ CONCLUSION

Les résultats obtenus dans cette étude expérimentale du diagnostic de la schistosomose animale par la technique ELISA avec un antigène de *S. bovis* sont encourageants. Les études doivent se poursuivre et envisager :

- d'améliorer ce test sérologique par l'utilisation d'un antigène à base d'œufs de *Schistosoma bovis* ou de *S. curassoni* ;
- de tester ce type de diagnostic plus précoce dans les conditions naturelles pour sa validation.

## Remerciements

Nous remercions le docteur Boulanger (Cermes-Orstom de Niamey) de nous avoir procuré l'antigène de *Schistosoma bovis*, les docteurs Idrissa Talla (Centre de santé de Bambey, Sénégal) et Kiné Guissé (programme Espoir, St. Louis, Sénégal) de nous avoir

donné les sérums humains (sérums de référence négatifs et positifs à *S. haematobium* et à *S. mansoni*), le docteur R. Lancelot (Cirad-emvt/Isra/Lnerv, Dakar) pour l'analyse statistique des données et également le docteur C. Boulard (Inra, Tours) pour ses remarques et suggestions sur le manuscrit.

## BIBLIOGRAPHIE

1. AGNEW A.M., MURATE H.M., LUCAS S.B., DOENHOFF M.J., 1989. *Schistosoma bovis* as an immunological analogue of *S. haematobium*. *Parasite Immunol.*, **11**: 329-340.
2. CHAMBERS J.M., HASTIE T.J., 1993. Statistical models. London, UK, Chapman & Hall, 608 p.
3. DIAW O.T., SEYE M.M., SEYE M., SARR Y., VASSILIADES G., 1994. L'immunodiagnostic de la fasciolose à *Fasciola gigantica* par la technique ELISA au Sénégal. Observations préliminaires chez deux agneaux. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **47**: 291-294.
4. DIAW O.T., VASSILIADES G., 1987. Epidémiologie des schistosomoses du bétail au Sénégal. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **40**: 265-274.
5. DIAW O.T., VASSILIADES G., SEYE M., SARR Y., 1990. Prolifération de mollusques et incidence sur les trématodoses dans la région du delta et du lac de Guiers après la construction du barrage de Diama sur le fleuve Sénégal. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **43**: 499-502.
6. DOENHOFF M.J., BUTTERWORTH A.E., STURROCK R.F., OUMA J.H., KOECH D., PRENTICE M., BAIN J., 1993. Seroepidemiology and serodiagnosis of schistosomiasis in Kenya using crude and purified antigens of *Schistosoma mansoni* in ELISA. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, **87**: 42-48.
7. DU PLESSIS J.L., VAN WYK J.A., 1972. Studies on schistosomiasis. 3. Detection of antibodies against *Schistosoma mattheei* by the indirect immuno-fluorescent method. *Onderstepoort J. vet. Res.*, **39**: 179-180.
8. ESTHER E.G., FAGBEMI B.O., 1995. Time course analysis of antibody response by EITB and ELISA before and after chemotherapy in sheep infected with *Fasciola gigantica*. *Vet. Parasitol.*, **58**: 247-253.
9. FAGBEMI B.O., OBARISIAGBON J.O., 1991. Common antigen of *Fasciola gigantica*, *Dicrocoelium hospes* and *Schistosoma bovis* and their relevance to serology. *Vet. Q.*, **13**: 81-87.
10. HASTIE T.J., TIBSHIRANI R.J., 1990. Generalized additive models. London, UK, Chapman & Hall, 335 p.
11. HILLYER G.V., GOMEZ DE RIOS I., 1979. The enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) for the immunodiagnosis of schistosomiasis. *Am. J. trop. Med. Hyg.*, **28**: 237-241.
12. HULDT G., LAGERQUIST B., PHILLIPS T., DRAPER C.C., VOLLER A., 1975. Detection of antibodies in schistosomiasis by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). *Ann. trop. Med. Parasitol.*, **69**: 483-488.
13. LAWRENCE J.A., 1970. Examination of ruminant faeces for schistosome eggs. *Rhod. vet. J.*, **1**: 49-52.
14. LAWRENCE J.A., 1977. *Schistosoma mattheei* in the ox: the serological response. *Res. vet. Sci.*, **23**: 288-292.
15. McLAREN M.L., DRAPER C.C., ROBERTS J.M., MINTER-GOEDBLOED E., LIGTHART G.S., TEESDALE C.H., AMIN M.A., OMER A.H.S., BARTLETT A., VOLLER A., 1978. Studies on the enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) test for *Schistosoma mansoni* infections. *Ann. trop. Med. Hyg.*, **75**: 243-253.
16. McLAREN M.L., LILLYWHITE J.E., DUNE D.W., DOENHOFF M.J., 1981. Serodiagnosis of human *Schistosoma mansoni* enhanced sensitivity and specificity in ELISA using a fraction containing *S. mansoni* egg antigens  $\omega$ 1 and  $\omega$ 1. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, **75**: 72-79.
17. OLAECHEA F.V., CHRISTENSEN N.O., HENRIKSEN S.A., 1990. A comparison of filtration, concentration, and thick smear techniques in the diagnosis of *Schistosoma bovis* infection in cattle and goats. *Acta trop.*, **47**: 217-221.
18. PITCHFORD R.J., VISSER P.S., 1975. A simple technique for quantitative estimation of helminth eggs in human and animal excreta with special reference to *Schistosoma* sp. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, **69**: 318-322.

19. PRESTON J.M., DUFFUS W.P.H., 1975. Diagnosis of *Schistosoma bovis* infection in cattle by an indirect haemagglutination test. *J. Helminthol.*, **49**: 9-17.
20. RUIZ-TIBEN E., HILLYER G.V., KNIGHT W.B., GOMEZ DE RIOS J., WOODAL J.P., 1979. Intensity of infection with *Schistosoma mansoni*: relationship to sensitivity and specificity of serological tests. *Am. J. trop. Med. Hyg.*, **28**: 230-236.
21. SAAD A.M., HUSSEIN M.F., DARGIE J.D., TAYLOR, M.G., NELSON G.S., 1980. *Schistosoma bovis* in calves: the development and clinical pathology of primary infections. *Res. vet. Sci.*, **28**: 105-111.
22. THIENPONT D., ROCHETTE F., VANPARIJS O.F., 1979 Diagnosing helminthiasis through coprological examination. Beerse, Belgium, Jansen Research Foundation, 180 p.
23. VERCRUYSE J., SCHANDEVYL P., 1984. Parasitological and pathological observations in schistosomiasis in sheep in Senegal. *J. Helminthol.*, **58**: 219-220.
24. VERCRUYSE J., SOUTHGATE V.R., ROLLINSON D., 1985. The epidemiology of human and animal schistosomiasis in the Senegal River Basin. *Acta trop.*, **42**: 249-259.

Reçu le 6.5.98, accepté le 11.1.99

### Summary

Diaw O.T., Seye M., Seye M.Mb., N'Diaye Th., Kaboret Y., Dieng Kh., Sarr Y. Experimental diagnosis (ELISA) of sheep schistosomosis in Senegal

The purpose of this work was to investigate experimentally the use of ELISA for the diagnosis of *Schistosoma bovis* and *S. curassoni* schistosomes in sheep in Senegal. A crude antigen from *S. bovis* adult worms was used with this test. The first anti-*Schistosoma* antibodies were detected by ELISA as early as the 6th and 9th weeks following *S. bovis* and *S. curassoni* infections, respectively, whereas fecal analysis results were negative up to the 8th and 10th weeks after *S. bovis* and *S. curassoni* infections, respectively.

**Key words:** Sheep - *Schistosoma bovis* - *Schistosoma curassoni* - Schistosomosis - ELISA - Diagnosis - Senegal.

### Resumen

Diaw O.T., Seye M., Seye M.Mb., N'Diaye Th., Kaboret Y., Dieng Kh., Sarr Y. Diagnóstico experimental (ELISA) de la esquistosomosis en el ovino en Senegal

El presente trabajo tiene por objetivo el de examinar experimentalmente la utilización de la técnica ELISA para el diagnóstico de la esquistosomosis por *Schistosoma bovis* y por *S. curassoni* en el ovino de Senegal. En este análisis inmunoenzimológico, se utilizó un antígeno bruto, a base de vermes adultos de *S. bovis*. El ELISA permitió la detección de los primeros anticuerpos anti *Schistosoma* a partir de la 6ta semana post infestación por *S. bovis* y a partir de la 9ena semana para *S. curassoni*, mientras que los análisis coprológicos clásicos fueron negativos hasta la 8ava semana para *S. bovis* y la 10a semana post infestación para *S. curassoni*.

**Palabras clave:** Ovino - *Schistosoma bovis* - *Schistosoma curassoni* - Esquistosomosis - ELISA - Diagnóstico - Senegal.

# Colloques, Congrès / Symposia, Conferences

## 5th International Livestock Farming Systems Symposium

### Integrating animal science advances in the search for sustainability

Organized by the Livestock Farming Systems working group of the European Association for Animal Production and the Swiss Federal Research Station for Animal Production

Posieux, Switzerland

August 19-20, 1999

■ INFORMATIONS

This symposium is the fifth in a series organized by the Livestock Farming Systems (LFS) working group of the European Association for Animal Production (EAAP). The general aim of this series is to establish and maintain a systemic approach to research and development for livestock farming systems. The objective is to offer a forum within which animal production scientists can exchange and discuss conceptual and methodological bases for research to meet the current challenges of livestock farming and the growing concerns of sustainability. Special emphasis is given to the use of systemic modeling and to the integration of knowledge elaborated by specialized disciplines in animal science.

New societal concerns are prompting research to focus on sustainability and product quality improvement of livestock farming. Livestock feeding plays a major role in animal health and product quality. Complex interactions between feeding, health and management and the spread of new objectives (e.g. landscape preservation) and new systems (e.g. organic livestock farming) have made systems research necessary.

To improve the efficiency of LFS research in supporting more sustainable development of livestock activities in various environments, the 5th International Livestock Farming Systems Symposium in Posieux will focus on:

- Advances in modeling animal nutrition and health, and their interactions at the farm level;
- Advances for managing LFS for land use sustainability in contrasted environments;
- Efficient frameworks and tools to address livestock farm management.

The symposium will have plenary sessions (invited contributions and discussion), parallel sessions and poster sessions for contributed papers. Ample time will be allotted for viewing posters and for discussions.

The participants will be offered travel facilities to reach Zurich to attend the 50th Annual Meeting of the EAAP.

#### Papers/posters submitted to the symposium

Delegates are encouraged to submit papers/posters for inclusion in the Symposium in the following categories:

- Herd feeding, farm management and product quality;
- Research for improvement of health, welfare and production in organic livestock farming systems;
- Development of livestock farming systems with respect to the preservation of land resources and landscape. Contributions on issues in mountainous regions will be particularly welcome;
- Development of management routine to increase productivity in sustainable and extensive livestock farming systems with reduced labor inputs;
- Advances in systemic research into the animal feeding-management-health-production complex;

- Decision support systems and models to improve livestock farming management.

Information on intentions for submitting papers/posters has to be transmitted to the organizers using the answer form (see contact person below). Facilities for the demonstration of computer tools will be available and intentions for demonstrating should be indicated on the form.

#### Publications

The symposium proceedings will be published under the auspices of the European Association for Animal Production. All papers (invited and contributed papers/posters) will be refereed before they are accepted for publication.

The proceedings will be published by Wageningen Pers. as part of the EAAP series.

#### Languages

The official languages for the Symposium will be English, French and German. Simultaneous translation will be available at all plenary sessions. The official languages for the proceedings will be English and French.

#### Field trip

A field trip held on August 21st will allow the participants to become more familiar with some traits of animal production and livestock farming in Switzerland.

#### Registration

Registration fees are approximately 360 CHF.

#### For further details please contact:

Jean-François Boillat  
Federal Research Station for Animal Production  
CH-1725 Posieux  
Phone: +41 26 407 72 01  
Fax: +41 26 407 73 00  
E-mail: jean-françois.boillat@rap.admin.ch  
<http://www.admin.ch/sar/rap>

#### Provisional Scientific Committee:

D. Croston (MLC, UK), J.B. Dent (Royal Agricultural College, UK), A. Eddebarh (Inst. agron. vét. Hassan II, Maroc), J.C. Flamant (Inra, France), D. Gabiña (IAMZ, Zaragoza, Spain), D. Gagnaux (Station fédérale de recherches de Posieux, Switzerland), A. Gibon (Inra, France), Ph. Lhoste (Cirad, France), P. Morand-Fehr (InaPg-Inra, France), A. Nardone (Univ. Studi Tuscia, Italy), T. Nolan (TEAGASC, Ireland), R. Rubino (ISZ Bella, Italia), R. Revilla (SIA-DGA, Spain), A.R. Sibbald (MLURI, UK), J.T. Sorensen (DIAS, Denmark), R. Wassmuth (University of Göttingen, Germany).

# Phenotypic characterization of draft donkeys within the Sudano-Sahelian zone of Cameroon

A.L. Ebangi <sup>1</sup> E. Vall <sup>2</sup>

## Key words

Donkey - Draft animal - Body conformation - Body measurement - Sudano-Sahelian region - Cameroon.

## Summary

Data on age, sex, coat color, liveweight (LW), heart girth (HG), trunk length (TL) and height-at-withers (HW) for 743 donkeys within the Sudano-Sahelian region of Cameroon were recorded. The ages of the donkeys ranged from 0 to 13 years. The effect of age on liveweight, height-at-withers, heart girth and trunk length was highly significant ( $p < 0.001$ ). The effect of coat color on liveweight and height-at-withers was not significant ( $p > 0.05$ ). Male donkeys were generally heavier than female donkeys from 0 to 3 years of age. Thereafter, female donkeys became heavier than males ( $p < 0.002$ ). The average liveweights of adult (6-13 years old) female and male donkeys ( $132.5 \pm 2.3$  and  $123.2 \pm 2.1$  kg, respectively) may not have had any significant practical implications on the working capacity of the sexes, given that non visible pregnant female donkeys might have been included in the study. As a result, regression equations established for the estimation of liveweight were not gender discriminative. Consequently, the best prediction equations for donkeys' liveweights within the Sudano-Sahelian region were:

■  $LW = HG^{2.826}/4434.7$  (adjusted  $R^2 = 0.84$ ) for one best fit variable with LW in kilograms and HG in centimeters. When trunk length, or height-at-withers, was considered for one best fit variable in the equation, the adjusted  $R^2$  values were 0.78 and 0.66, respectively;

■  $LW = HG^{1.947} \cdot TL^{0.845}/3834.8$  (adjusted  $R^2 = 0.86$ ) for two best fit variables with TL in centimeters. The inclusion of HW as a third variable in the equation did not modify  $R^2$  significantly.

## INTRODUCTION

Cameroon will continue to rely on draft animal power as a substitute for agricultural mechanization, especially with the devaluation of the Cameroon currency, the franc CFA, and the persistent economic recession. Emphasis had been on the use of oxen for draft activities, but today donkeys are used increasingly especially within the cotton producing zone. From 1978 to 1983 the donkey population rose from 700 to 3000 (9). In 1997 this number had risen to approximately 21,000 (7). This can be attributed to their low cost and their ability to tolerate dry conditions, live on poor feed rejected by other classes of livestock as well as survive in

tsetse infested areas (4). Diseases such as rinderpest and foot and mouth, common in cattle, do not affect donkeys, making them an important replacement energy source (1).

Tembo (11) and Vall (12) suggested that draft capacity is directly proportionate to body size. Vall (12) reported that the donkey has an optimal draft force between 10 and 16% of its liveweight with the animal working between 3 and 6 h at a speed of 0.7 to 0.9 m/s. Jones (2) estimated the optimal draft force of a donkey between 16 and 20% of its liveweight at a speed of 0.7 to 1.1 m/s for 3 to 3.5 h a day. Within the Sudano-Sahelian zone of Cameroon, however, the characteristic small donkeys are at times used when too young or too old for draft activities, and the above suggested work output is not achieved. Breeding practices are also uncontrolled, resulting in animals with poor conformation. The purpose of this paper was to evaluate liveweight and some linear body weight traits, useful in the assessment of draft performance. It also aimed at defining the relationships between liveweight and the different linear body measurements. Some of the factors that affect these relations were examined.

1. Institute of Agricultural Research for Development, PO Box 1073, Garoua, Cameroon

2. Cirad-emvt, Campus international de Baillarguet, PO Box 5035, 34032 Montpellier Cedex 1, France; presently at IRAD Garoua, Cameroon

## ■ MATERIALS AND METHODS

### Animals

The study population was composed of 743 healthy donkeys of which 422 were males and 321 females. They were randomly measured from a donkey population of approximately 15,000 (7). Visibly pregnant females were excluded from the study. Their ages ranged from 0 to 13 years and their coat colors varied from shades of grey, black or cream.

### Animal management

During the dry season the animals usually fended for themselves on open natural pastures, with little or no health care. During the farming period (rainy season), they were brought back to graze around the houses and a little health attention was given to them. Varying amounts of sorghum grains and cotton seed cake were given as feed supplements. Water was usually available at all times.

### Study location

The study was carried out during the cold dry season (October to January) of 1994, 1995 and 1996. Three major cotton producing regions (figure 1) with about 83% of draft donkeys in the Sudano-

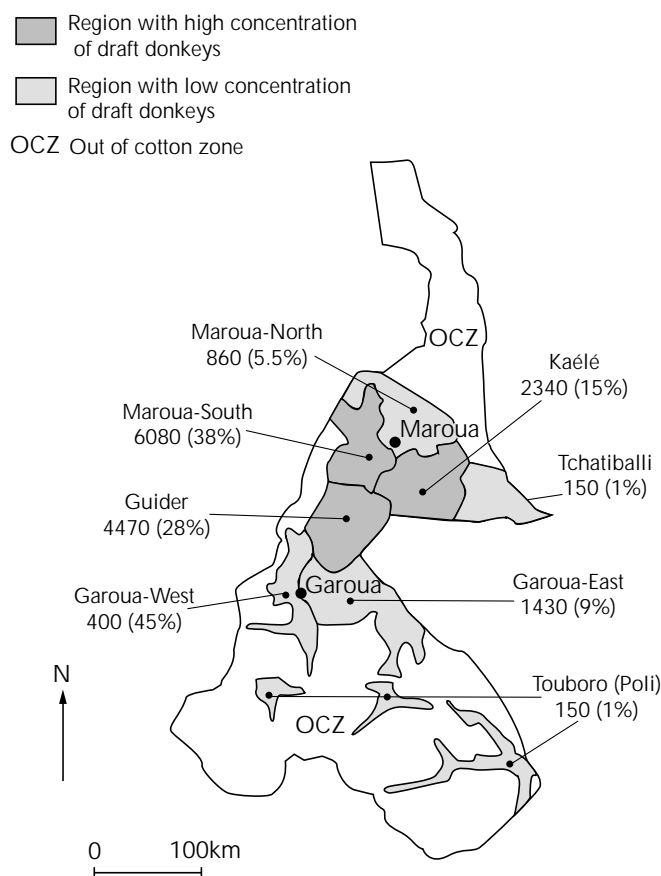


Figure 1: Distribution of draft donkeys in North Cameroon, according to SODECOTON, Garoua, Cameroon (May 1997-October 1997 report).

Sahelian region of Cameroon were involved. The regions included Guider (368 donkeys measured) at a latitude of 09° 53' N and a longitude of 13° 17' E in the North Province, Maroua South (189 donkeys measured) at a latitude of 10° 35' N and a longitude of 14° 20' E and Kaele (186 donkeys measured) at a latitude of 10° 06' N and a longitude of 14° 27' E in the Far North Province.

### Choice of conformation traits

Traits chosen for the study were those which could be measured easily: liveweight (LW), using a mobile electronic balance (Marechalle Pesage) and a mobile weighing cage; heart girth (HG or circumference of the chest) and trunk length (TL or length from the olecranon process of the elbow to the *tuber ischiadicum*), using a graduated plastic tape; and height-at-withers (HW or the height from the highest point of the dorsum of the donkey to the ground surface at the level of the front leg), using a measuring stick. Coat color and sex were recorded and ages were determined from the incisors according to Jones (2). Measurements were usually carried out very early in the morning before the donkeys were sent out to graze to avoid inflated measurements as a result of feeding. The data were classified based on age, sex, coat color, year of measurement and region.

### Statistical analysis

Two fixed models were used to estimate the least squares means (LSM) for the liveweight, heart girth, trunk length and height-at-withers and best fit variables for multiple regression equations for estimation of liveweight. All factors in the models were considered fixed, but for the random error that was assumed to be identically, independently and normally distributed with zero means and variance  $\sigma^2$  (iind 0,  $\sigma^2$ ).

### Estimation of least squares means for conformation characters

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + S_j + (AS)_{ij} + C_k + e_{ijkl}$$

$\mu$  the overall mean of a given response trait;

$Y$  the response growth trait (LW, HW, HG, TL);

$A_i$  fixed effect of age;

$S_j$  fixed effect of sex;

$(AS)_{ij}$  fixed effect of the interaction between age and sex;

$C_k$  fixed effect of coat color;

and  $e_{ijkl}$  random error attributable to the  $l^{\text{th}}$  donkey with the  $k^{\text{th}}$  coat color, of sex  $j$  and of age  $i$ .

### Estimation of best fit variables for multiple regression

Plots of liveweights against individual measurements for heart girth, trunk length and height-at-withers were made to test for linearity and were found to be curvilinear. The measured values were transformed into logarithms and the plots became intrinsically linear with significant improvements in fits obtained as reflected in the  $R^2$  values (figure 2). From these transformations, simple linear regression equations were established for each of the three linear measurements and multiple linear equations also established for a two and a three best fit variables. The generalized multiple linear regression model adopted for the three factor variables was:

$$\text{Log}(LW)_{mnop} = a + b.\text{Log}(HG)_m + c.\text{Log}(TL)_n + d.\text{Log}(HW)_o + e_{mnop}$$

LW is the liveweight estimated in Log from the phenotypic values of HG, TL and HW in Log,  $a$  the intercept,  $b$  partial regression coefficient of LW on the  $m^{\text{th}}$  phenotypic value of HG,  $c$  partial regression coefficient of LW on the  $n^{\text{th}}$  phenotypic value of TL,

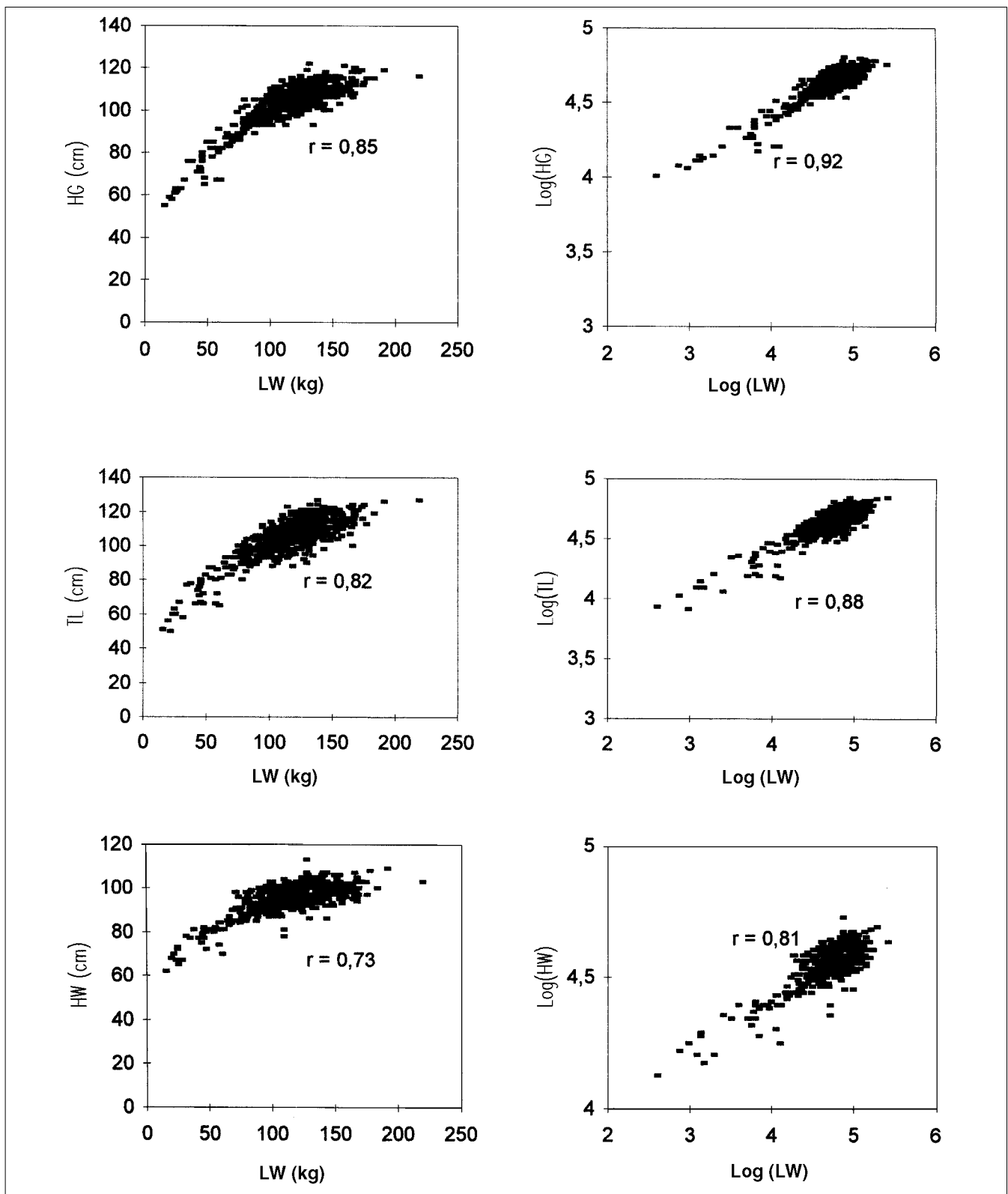


Figure 2: Relationships between liveweight (LW in kilograms) and heart girth (HG in centimeters); LW and trunk length (TL in centimeters); LW and height-at-withers (HW in centimeters). Real and Log values.

d partial regression coefficient of LW on the  $o^{\text{th}}$  value of HW and  $e_{\text{mnop}}$  residual error attributable to individual p. Final results were those with the best  $R^2$ . Liveweight was then estimated as:

$$LW = HG^b \cdot e^a; \text{ for a one best fit predictor equation;}$$

$$LW = HG^b \cdot TL^c \cdot e^a; \text{ for a two best fit predictor equation.}$$

The data were analyzed using the SAS computer program (10). This program adjusted for significant fixed factors. The least squares means and standard errors of the various traits were computed using this program. Multiple regression analyses were carried out by use of the stepwise procedure to obtain the best fit variables that could be included in regression equations.



## ■ RESULTS

The effects of year and region of measurement on liveweight, heart girth, trunk length and height-at-withers were tested and found not significant ( $p > 0.05$ ) and were therefore excluded from the model for estimation of least squares means.

### Coat color

The distribution of the coat color phenotype (table I) showed that 94% of the donkeys had various shades of grey, 4% black and 2% cream. Liveweight and height-at-withers were not affected by coat color phenotype ( $p > 0.05$ ) (table II). Coat color, however, affected trunk length and heart girth ( $p < 0.05$ ).

Table I

Frequency distribution of coat color phenotype in draft donkeys in the Sudano-Sahelian zone of Cameroon

| Coat color    | Number | Phenotype frequency |
|---------------|--------|---------------------|
| Light grey    | 397    | 0.53                |
| Dark grey     | 241    | 0.32                |
| Brownish grey | 65     | 0.09                |
| Black         | 28     | 0.04                |
| Cream         | 12     | 0.02                |
| Total         | 743    | 1.00                |

Table II

Variance analysis results for the various fixed effects on liveweight, heart girth, trunk length and height-at-withers for 743 donkeys

| Trait             | Source  | DF | F value | p          |
|-------------------|---------|----|---------|------------|
| Liveweight        | Age     | 11 | 34.80   | 0.0001 *** |
|                   | Sex     | 1  | 6.76    | 0.0095 **  |
|                   | Age*sex | 11 | 1.84    | 0.0475 *   |
|                   | Color   | 4  | 1.99    | 0.0945 NS  |
| Heart girth       | Age     | 11 | 42.33   | 0.0001 *** |
|                   | Sex     | 1  | 1.00    | 0.3172 NS  |
|                   | Age*sex | 11 | 1.06    | 0.3881 NS  |
|                   | Color   | 4  | 5.03    | 0.0005 **  |
| Trunk length      | Age     | 11 | 32.58   | 0.0001 *** |
|                   | Sex     | 1  | 5.06    | 0.0248 *   |
|                   | Age*sex | 11 | 1.92    | 0.0392 *   |
|                   | Color   | 4  | 2.53    | 0.0392 *   |
| Height-at-withers | Age     | 11 | 28.50   | 0.0001 *** |
|                   | Sex     | 1  | 20.03   | 0.0001 *** |
|                   | Age*sex | 11 | 2.92    | 0.0009 **  |
|                   | Color   | 4  | 0.86    | 0.4875 NS  |

NS = non significant ( $p > 0.05$ )

\*  $p < 0.05$ ; \*\*  $p < 0.01$ ; \*\*\*  $p < 0.001$

### Age

Age had a highly significant ( $p < 0.001$ ) impact on all the traits measured (table II). There was a consistent increase in liveweight for estimated ages from 1 to 8 years (table III). Thereafter, this pattern became inconsistent. Plotting liveweight against age group the consistency which was linear was more evident from 0 to 6 years of age (figure 3). Thereafter there was a decline in liveweight. The same pattern was evident with plots of heart girth and not with plots of height-at-withers against age class (figure 4). On the basis of the structure of the curve the sample population was partitioned as consisting of 186 with ages 1-3 years, 303 with ages 4-6 years and 254 with ages 6-13 years. For male and female donkeys, mean liveweight, heart girth, trunk length and height-at-withers for adult age (6-13 years) were 123.2 (standard error 2.1) and 132.5 (s.e. 2.3) kg, 107.8 (s.e. 0.7) and 108.3 (s.e. 0.7) cm, 109.2 (s.e. 0.8) and 111.9 (s.e. 0.9) cm, and 100.1 (s.e. 0.5) and 97.7 (s.e. 0.5) cm, respectively (table III).

### Sex

Sex was significant on liveweight, trunk length and height-at-withers ( $p < 0.05$ ). Male donkeys were generally heavier than females from 0 to 3 years of age. Thereafter, female donkeys became heavier ( $p < 0.002$ ). This was not evident with animals 11 years of age (table III). This could be attributed to the small sample size as reflected by the high standard error.

### Relationship between the conformation characters

The correlation between liveweight and the other traits ranged from 0.73 to 0.85 (figure 2). Using the stepwise procedure, heart girth gave the best fit one variable regression model for the estimation of liveweight as:

$$LW = HG^{2.826}/4434.7 \text{ with adjusted } R^2 = 0.84.$$

Using this equation, a table of estimated values for liveweight from actual values of heart girth is presented in table IV.

Considering two best fit variables the equation obtained was:

$$LW = HG^{1.947}.TL^{0.845}/3834.8 \text{ with adjusted } R^2 = 0.86.$$

Figure 5 shows the plot of estimated values of liveweight obtained using the last equation against actual values. This figure indicates that this equation may be more efficient for lighter donkeys than for heavier ones. This makes the equation more useful in the area of study given the very small size of the donkeys found there. Using this equation a simple normogram (figure 6) useful for rural farmers was designed.

When a third variable (HW) was included in the model there was no significant modification in the  $R^2$  value. For practical reasons, therefore, only the one and two best fit linear regression equations were maintained for the estimation of donkey liveweights in the Sudano-Sahelian region of Cameroon.

## ■ DISCUSSION

Though coat color did not affect liveweight significantly, it could be useful in the description of the Cameroonian donkey breed. The coat color, predominantly made of shades of grey (94%) with a black band on the shoulder region and shades of white around the nostrils, the ventral regions and the inner portion of the legs matched the description of Raveneau and Daveze (8) for *Equus asinus nubicus* (or *Equus asinus africanus*). The name comes from Nubia, a region in the Northern part of Sudan. Similar

Table III

Least squares means and standard error (s.e.) for liveweight (LW), heart girth (HG), trunk length (TL), height-at-withers (HW) of draft donkeys by age and sex

| Age <sup>1</sup>    | Sex <sup>2</sup> | Number | LW<br>kg (s.e.) | HG<br>cm (s.e.) | TL<br>cm (s.e.) | HW<br>cm (s.e.) |
|---------------------|------------------|--------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1                   | 1                | 17     | 75.2 (4.7)      | 91.1 (1.3)      | 89.2 (1.7)      | 90.1 (0.9)      |
| 1                   | 2                | 16     | 72.0 (5.0)      | 89.9 (1.3)      | 90.8 (1.8)      | 86.2 (1.0)      |
| 2                   | 1                | 23     | 94.9 (4.1)      | 99.3 (1.1)      | 100.8 (1.5)     | 95.2 (0.8)      |
| 2                   | 2                | 21     | 90.7 (4.3)      | 96.9 (1.2)      | 99.1 (1.6)      | 91.5 (0.8)      |
| 3                   | 1                | 56     | 105.0 (2.9)     | 101.2 (0.8)     | 102.3 (1.1)     | 94.9 (0.6)      |
| 3                   | 2                | 53     | 111.2 (2.8)     | 103.4 (0.7)     | 105.0 (1.0)     | 95.1 (0.6)      |
| 4                   | 1                | 70     | 110.7 (2.6)     | 103.8 (0.7)     | 104.8 (0.9)     | 95.4 (0.5)      |
| 4                   | 2                | 41     | 117.7 (3.1)     | 104.4 (0.8)     | 106.5 (1.1)     | 96.3 (0.6)      |
| 5                   | 1                | 65     | 118.4 (2.8)     | 106.2 (0.8)     | 109.0 (1.0)     | 97.7 (0.5)      |
| 5                   | 2                | 43     | 124.7 (3.1)     | 106.5 (0.8)     | 109.0 (1.1)     | 97.2 (0.6)      |
| 6                   | 1                | 53     | 122.7 (2.9)     | 107.8 (0.8)     | 110.4 (1.0)     | 98.3 (0.6)      |
| 6                   | 2                | 31     | 129.8 (3.6)     | 107.9 (1.0)     | 111.0 (1.3)     | 97.5 (0.7)      |
| 7                   | 1                | 37     | 123.7 (3.3)     | 107.0 (0.9)     | 108.9 (1.2)     | 98.6 (0.7)      |
| 7                   | 2                | 18     | 135.5 (4.6)     | 110.1 (1.2)     | 114.8 (1.7)     | 98.9 (0.9)      |
| 8                   | 1                | 35     | 127.2 (3.4)     | 106.9 (0.9)     | 110.7 (1.2)     | 98.8 (0.7)      |
| 8                   | 2                | 24     | 134.3 (4.0)     | 107.3 (1.0)     | 108.3 (1.4)     | 97.0 (0.8)      |
| 9                   | 1                | 16     | 123.6 (4.9)     | 107.6 (1.3)     | 109.6 (1.8)     | 100.5 (1.0)     |
| 9                   | 2                | 15     | 132.0 (5.0)     | 108.7 (1.3)     | 113.7 (1.8)     | 98.3 (1.0)      |
| 10                  | 1                | 24     | 121.4 (4.1)     | 106.9 (1.3)     | 107.1 (1.5)     | 99.9 (0.8)      |
| 10                  | 2                | 16     | 134.5 (4.8)     | 107.8 (1.3)     | 111.4 (1.8)     | 98.7 (0.9)      |
| 11                  | 1                | 7      | 120.5 (11.0)    | 105.9 (2.7)     | 111.9 (4.4)     | 99.9 (2.0)      |
| 11                  | 2                | 8      | 117.3 (8.5)     | 106.8 (2.7)     | 110.5 (3.4)     | 96.9 (2.0)      |
| 12                  | 1                | 16     | 117.2 (5.2)     | 106.4 (1.4)     | 106.8 (1.9)     | 99.8 (2.6)      |
| 12                  | 2                | 23     | 130.1 (4.5)     | 108.0 (1.2)     | 112.5 (1.6)     | 97.2 (1.6)      |
| 13                  | 1                | 5      | 117.3 (6.8)     | 107.9 (2.1)     | 107.2 (2.7)     | 101.5 (1.6)     |
| 13                  | 2                | 10     | 138.5 (6.0)     | 108.6 (1.8)     | 111.4 (2.4)     | 97.00 (1.4)     |
| Adults <sup>3</sup> | 1                | 193    | 123.2 (2.1)     | 107.8 (0.7)     | 109.2 (0.8)     | 100.1 (0.5)     |
|                     | 2                | 145    | 132.5 (2.3)     | 108.3 (0.7)     | 111.9 (0.9)     | 97.7 (0.5)      |

<sup>1</sup> Age in years; <sup>2</sup> Sex: 1 = male, 2 = female; <sup>3</sup> Donkeys 6-13 years of age

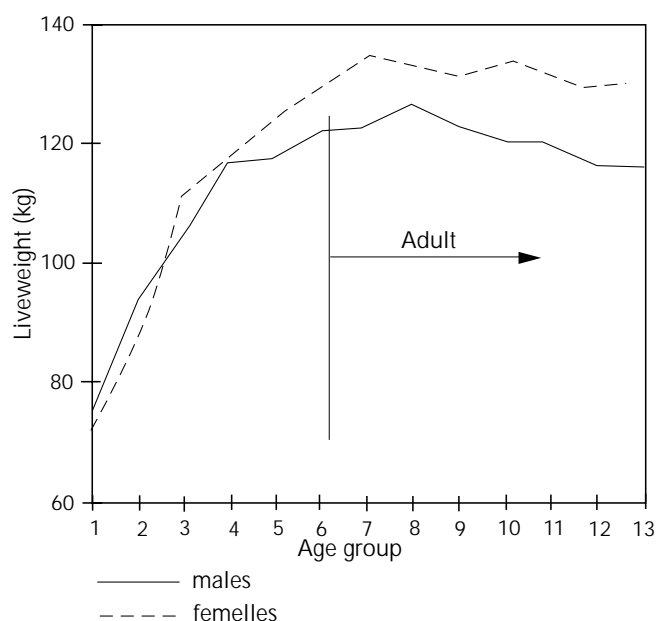


Figure 3: Plot of liveweight against age group.

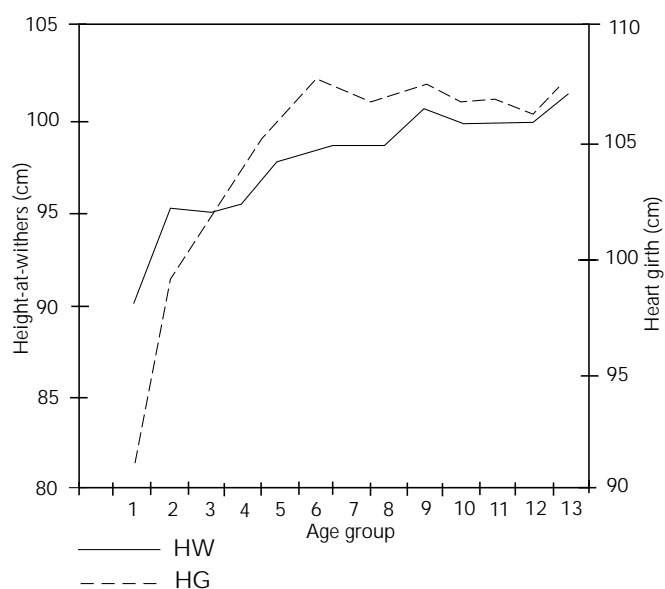


Figure 4: Plots of heart girth and height-at-withers against age group for male donkeys.

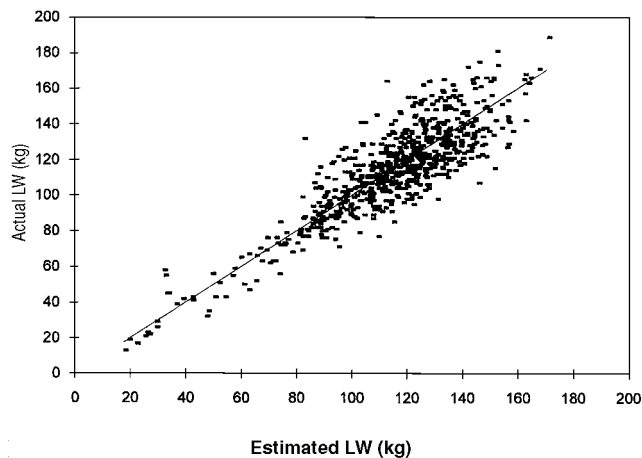
**Table IV**

Estimated liveweight (LW) from heart girth (HG) using model:  $LW = HG^{2.826}/4434.7$

| HG (cm) | LW (kg) | HG (cm) | LW (kg) |
|---------|---------|---------|---------|
| 60      | 24      | 93      | 83      |
| 61      | 25      | 94      | 85      |
| 62      | 26      | 95      | 88      |
| 63      | 27      | 96      | 90      |
| 64      | 29      | 97      | 93      |
| 65      | 30      | 98      | 96      |
| 66      | 31      | 99      | 99      |
| 67      | 33      | 100     | 101     |
| 68      | 34      | 101     | 104     |
| 69      | 36      | 102     | 107     |
| 70      | 37      | 103     | 110     |
| 71      | 39      | 104     | 113     |
| 72      | 40      | 105     | 116     |
| 73      | 42      | 106     | 120     |
| 74      | 43      | 107     | 123     |
| 75      | 45      | 108     | 126     |
| 76      | 47      | 109     | 129     |
| 77      | 48      | 110     | 133     |
| 78      | 50      | 111     | 136     |
| 79      | 52      | 112     | 140     |
| 80      | 54      | 113     | 143     |
| 81      | 56      | 114     | 147     |
| 82      | 58      | 115     | 151     |
| 83      | 60      | 116     | 154     |
| 84      | 62      | 117     | 158     |
| 85      | 64      | 118     | 162     |
| 86      | 66      | 119     | 166     |
| 87      | 68      | 120     | 170     |
| 88      | 71      | 121     | 174     |
| 89      | 73      | 122     | 178     |
| 90      | 75      | 123     | 182     |
| 91      | 78      | 124     | 186     |
| 92      | 80      | 125     | 191     |

■ RESSOURCES ANIMALES

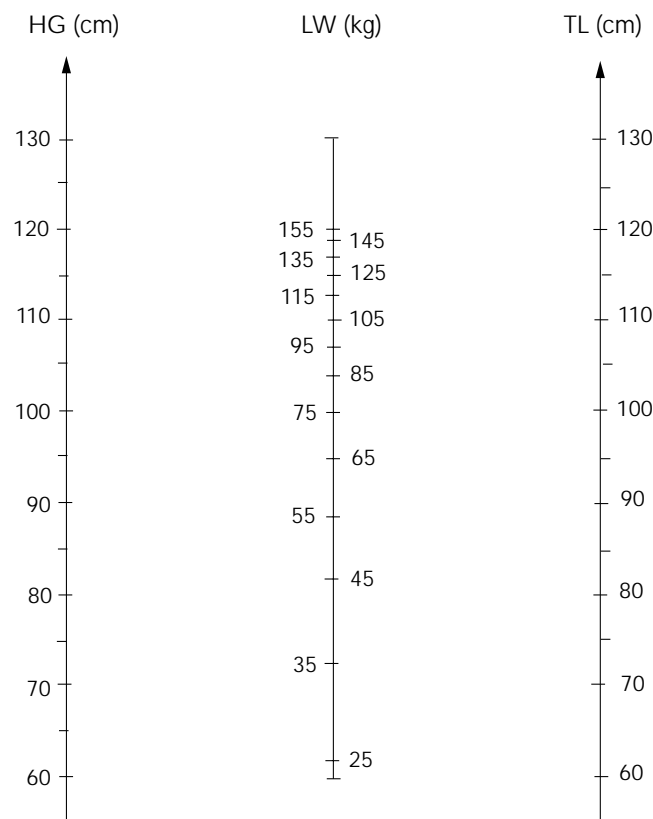
Revue Élev. Méd. vét. Pays trop., 1998, 51 (4) : 327-334



**Figure 5:** Draft donkeys of North Cameroon. Plot of actual liveweight against estimated liveweight:  $LW = HG^{1.947} \times TL^{0.845}/3834.8$  ( $R^2 = 0.86$ ;  $n = 743$ ).

observations on coat color have been reported by Wilson (13) on the Sudan pack donkey. This may suggest that the Cameroonian donkey could be part of this breed. Estimates for liveweight, heart girth, trunk length and height-at-withers reported by Raveneau and Daveze for the breed (8) are, however, higher than those obtained in the present study. Possible reasons may be that a progressive degeneration in the breed might have taken place in Cameroon. There is also the possibility that ecoclimatic differences might have had an impact on the genotype environmental interaction. Poor management donkey practices in this area might also have had a negative impact on its development and growth.

The significant influence of sex on liveweight may be due to differences in physiological and draft activities. Female donkeys in this region become reproductive at 3 years of age. It would not be surprising that pregnant donkeys were measured during the study given that there was no instrument to detect non visible pregnant donkeys. The weights of the not visibly pregnant donkeys were therefore inflated, causing significant higher weights for female donkeys at 3 years and above. Though donkeys in the region are used for draft activities starting at 3 years of age, maximum draft activities might be reached at a crucial period of 6 years. After this crucial period of draft activities it is unlikely that the quality of feed available for the donkeys is sufficient to meet at the same time extra energy requirements for work and growth and reproduction needs. According to Klaus and Uwe (3), such a work demand will have a measurable effect on energy and possibly nutrient requirements so that animals which are left exclusively to forage for themselves will lose weight.



**Figure 6:** Normogram useful in the determination of a donkey liveweight (LW) by simply using a measuring tape to obtain values for heart girth (HG) and trunk length (TL).

A strong relationship existed between liveweight and heart girth (0.85), suggesting that heart girth is the most variable live measurement which reflects conditions in the donkey. On the other hand, trunk length and height-at-withers are skeletal measurements which are less variable. This strong relationship has also been reported by Pearson and Ouassat (5). Poivey *et al.* (6) working on African cattle also reported heart girth as the most suitable best fit variable for the estimation of animal liveweights. The inclusion of height-at-withers in the equation as a third variable did not modify the prediction accuracy. The use of heart girth and trunk as predictors is practical, as most rural farmers have access to measuring tapes. The use of heart girth and trunk length in the estimation of liveweight compares favorably with the results obtained by Pearson and Ouassat (5) in the Moroccan donkey. However, the advantage of the above equations lies in the fact that they can be extensively used in both sexes for young and older donkeys. They may not, however, be useful for pregnant donkeys.

## ■ CONCLUSION

Though the light grey coat color predominates in the donkey population of the Sudano-Sahelian region, its impact on liveweight is not significant. When comparing the coat color description of the Cameroonian donkey with that described for other breeds, the Cameroonian breed seems to correspond to

*Equus asinus nubicus*. From 1 to 6 years of age there was a steady increase in liveweight in the study population. Thereafter, this pattern became inconsistent. It is likely that the adult age of donkeys in the area begins at 6 years. Female donkeys there are generally heavier than males, especially during the reproductive period. Sex and age are therefore essential factors that affect liveweight and the different linear measurements. These factors must therefore be taken into consideration when evaluating these traits. Heart girth measurements appeared to be the most accurate estimators of liveweight. However, improvement in the R<sup>2</sup> value is obtained by incorporating trunk length to it in a multiple regression equation. The inclusion of height-at-withers as a third variable does not significantly change the R<sup>2</sup> value.

## Acknowledgments

The authors are grateful to Projet Garoua II, FAC-BINOME project and Cirad-emvt for funding the work, to the authorities of Cotton Exploitation Company in Cameroon (SODECOTON), especially to Mr. Iya Bakary, and to the chiefs and support staff of cotton exploitation units of Bidzar, Guider, Sorawel, Hina and Mokong, without whom this work could not have been carried out. Messrs. Abakar Oumarou and Kammegni Jacob's assistance in collecting data is equally acknowledged.

## REFERENCES

1. FIELDING D., 1987. L'âne moyen de transport en zone rurale. *Revue mond. Zootech.*, **62** : 23-30.
2. JONES P.A., 1991. Training course manual on the use of donkeys in agricultural engineering. Harare, Zimbabwe, Borrowdale, 81 p.
3. KLAUS B., UWE C., 1991. Potentials of animal draught power, limitations and prospects. *Anim. Res. Devel.*, **34**: 9-16.
4. MPANPE R., 1992. Donkey power for appropriate mechanisation and transport for women in Zambezi valley, Zimbabwe. In: Proc. First workshop of animal traction network for East and South Africa (ATNESA), Improving animal traction technology, Lusaka, Zambia, January 18-23, 1992, 475 p.
5. PEARSON R.A., OUASSAT M., 1996. Estimation of liveweight and body condition of working donkeys in Morocco. *Vet. Rec.*, **138**: 229-233.
6. POIVEY J.P., LANDAIS E., SEITZ J.L., 1980. Utilisation de la barymétrie chez les races taurines locales de Côte d'Ivoire. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **33** : 311-317.
7. Rapport semestriel de mai 1997 à octobre 1997. Campagne agricole 1997/98. Garoua, Cameroun, Dpa, Sodecoton, 49 p. + annexes.
8. RAVENEAU A., DAVEZE J., 1997. Le livre de l'âne, son histoire, sa famille, son éducation, toute sa vie. Paris, France, Editions Rustica, 127 p.
9. ROUSPARD M., 1984. Le point sur la culture attelée et la motorisation au Cameroun. *Cah. Orstom, Ser. Sci. hum.*, **20** : 613-631.
10. SAS, 1987. SAS/STAT Guide for personal SAS computers, 7th ed. Cary, NC, USA, SAS Institute.
11. TEMBO S., 1989. Draught animal power research in Zimbabwe: current constraints and research opportunities. In: Hoffmann J., Nari J., Petheram R.J. Eds., Draught animals in rural development. Canberra, Australia, p. 61-68. (ACIAR proceedings 27)
12. VALL E., 1996. Capacités de travail, comportement à l'effort et réponses physiologiques du zébu, de l'âne et du cheval au Nord-Cameroun. Thèse Doct., ENSAM, Montpellier, France, 418 p.
13. WILSON R.T., 1978. Studies on the livestock of Southern Darfur, Sudan. IV Notes on equines. *Trop. Anim. Health Prod.*, **10**: 183-189.

Reçu le 25.9.97, accepté le 11.1.99

**Résumé**

**Ebangi A.L., Vall E.** Caractérisation phénotypique des ânes de trait dans la zone soudano-sahélienne du Cameroun

Les données sur l'âge, le sexe, la couleur de la robe, le poids vif (PV), le périmètre thoracique (PT), la longueur du tronc (LT) et la hauteur au garrot (HG) ont été collectées sur 743 ânes de la zone soudano-sahélienne du Cameroun. L'âge des ânes s'est étalé de 0 à 13 ans. L'effet de l'âge sur le poids vif, la hauteur au garrot, le périmètre thoracique et la longueur du tronc était très significatif ( $p < 0,001$ ). L'effet de la couleur sur le poids vif et la hauteur au garrot n'était pas significatif ( $p > 0,05$ ). Les ânes mâles étaient généralement plus lourds que les femelles de 0 à 3 ans. Par la suite, les ânesses sont devenues plus lourdes que les mâles ( $p < 0,002$ ). Les poids vifs moyens des femelles et des mâles adultes (âges : 6 à 13 ans) étaient respectivement de  $132,5 \pm 2,3$  et de  $123,2 \pm 2,1$  kg. Ils pouvaient ne pas avoir de conséquences pratiques significatives sur leur capacité de travail car des ânesses en gestation non apparente pouvaient avoir été comprises dans l'étude. Ainsi, des équations de régression communes aux deux sexes ont été établies pour l'estimation du poids vif. Les équations de prédiction du poids vif des ânes dans la région soudano-sahélienne du Cameroun les plus adaptées étaient :

■  $PV = PT^{2,826}/4434,7$  ( $R^2$  ajusté = 0,84) pour une variable qui convient le mieux, avec PV en kilogrammes et PT en centimètres. Quand la longueur du tronc ou la hauteur au garrot était considérée comme variable unique convenant le mieux dans l'équation, les valeurs de  $R^2$  ajusté étaient respectivement de 0,78 et 0,66 ;

■  $PV = PT^{1,947} \cdot LT^{0,845}/3834,8$  ( $R^2$  ajusté = 0,86) pour deux variables, avec LT en centimètres. La prise en compte de la variable HG dans un modèle à trois facteurs n'a pas amélioré significativement la valeur de  $R^2$ .

**Mots-clés :** Ane - Animal de trait - Conformation animale - Mensuration corporelle - Zone soudano-sahélienne - Cameroun.

**Resumen**

**Ebangi A.L., Vall E.** Caracterización fenotípica de los burros de tiro en la zona sudano-saheliana de Camerún

Se recolectaron datos sobre la edad, sexo, color, peso vivo (PV), circunferencia torácica (CT), largo del tronco (LT) y altura a la cruz (AC), en 743 burros en la región sudano-saheliana de Camerún. Las edades de los burros variaron de 0 a 13 años. El efecto de la edad sobre el peso vivo, la altura a la cruz, la circunferencia torácica y el largo del tronco fue altamente significativo ( $p < 0,001$ ). El efecto del color sobre el peso vivo y la altura a la cruz no fue significativo ( $p > 0,05$ ). Los burros machos fueron generalmente más pesados que las hembras de 0 a 3 años de edad. Sin embargo, las hembras se tornaron más pesadas que los machos ( $p < 0,002$ ). El peso vivo promedio de  $132,5 \pm 2,3$  y  $123,2 \pm 2,1$  kg, en hembras y machos de 6 a 13 años de edad respectivamente, pudo no haber tenido implicaciones prácticas significativas sobre la capacidad de trabajo de los sexos, dado que hembras con preñeces no evidentes pueden haber sido incluidas en el estudio. Por lo tanto, las ecuaciones de regresión establecidas para la estimación del peso vivo no fueron discriminativas para el género. Por lo consiguiente, las mejores ecuaciones de predicción para el peso vivo de los burros en la región sudano-saheliana fueron:

■  $PV = CT^{2,826}/4434,7$  (ajustado a  $R^2 = 0,84$ ) para la variable mejor habilitado, con PV en kilogramos y CT en centímetros. Cuando se consideró el largo del tronco y la altura a la cruz para la ecuación para mejor habilitado, el valor de ajuste de  $R^2$  fue de 0,78 y 0,66, respectivamente;

■  $PV = CT^{1,947} \cdot LT^{0,845}/3834,8$  (ajustado con  $R^2 = 0,86$ ) para dos variables de mejor habilitado con LT en centímetros. La inclusión de AC como tercer variable en la ecuación no modificó significativamente  $R^2$ .

**Palabras clave:** Asno - Animal de tiro - Conformación animal - Medición del cuerpo - Región sudano-saheliana - Camerún.

# Facteurs affectant le poids à la naissance, la croissance et la viabilité des veaux en milieu paysan au Nord du Cameroun

A. Njoya<sup>1</sup> D. Bouchel<sup>1,2</sup> A.C. Ngo Tama<sup>1</sup>  
D. Planchenault<sup>3</sup>

## Mots-clés

Bovin - Veau - Facteur de croissance - Complémentation - Poids à la naissance - Mortalité - Cameroun - Afrique Centrale.

## Résumé

Un suivi zootechnique a été mis en place en 1989 en milieu paysan au Nord du Cameroun pour une meilleure connaissance de la productivité de l'élevage bovin. Dans 11 localités regroupées en quatre zones, 36 éleveurs de bovins possédant 2 800 têtes ont été retenus. Chaque année, pendant quatre mois de saison sèche chaude (février-mai), deux niveaux de complémentation en tourteau de coton ont été distribués aux animaux (500 et 1 000 grammes par bovin par jour). Les événements d'ordre démographique, zootechnique, sanitaire et économique concernant les animaux, les troupeaux et les éleveurs ont été enregistrés à chaque visite mensuelle. Après quatre années de suivi des élevages, 215 poids à la naissance (0 à 3 j) sur près de 1 300 mises bas ont été collectés. Le poids moyen à la naissance était de 22,7 kg (écart-type résiduel (Etr) = 2,43). Le rang de vêlage a eu une influence significative sur le poids à la naissance des veaux (21,1 à 24,7 kg). A partir d'une base de données de près de 3 000 mensurations effectuées sur les veaux nés au cours du suivi, les courbes de croissance ont montré que l'âge a expliqué 65 à 85 p. 100 de l'évolution du poids de 0 à 1 an. Les effets génétiques et du milieu ont expliqué le reste. Le poids moyen des veaux à 12 mois a varié en fonction des zones d'élevage : 180,3 kg (Etr = 7,7) à la station de Lougguéré contre 106,4 kg (Etr = 6,0) autour de Garoua. Le quotient de mortalité des veaux de 0 à 1 an a été de 7,3 p.100 et a varié en fonction de leur poids. L'amélioration des pratiques d'élevage peut permettre de mieux extérioriser les performances pondérales des veaux et de réduire leur mortalité en milieu paysan au Nord du Cameroun.

## ■ INTRODUCTION

Dans les deux provinces du Nord et de l'Extrême-Nord du Cameroun, le cheptel bovin compte 1 657 000 têtes, soit 38 p. 100 du cheptel national. Dans cette région, l'élevage bovin constitue non seulement le moteur de la culture attelée, un pourvoyeur de fumure organique, de protéines et de peaux, mais aussi et surtout la deuxième source de revenus des populations après le coton. Les données relatives à la productivité de cet élevage en milieu paysan dans cette région, malgré son importance, étaient le plus souvent fragmentaires et parfois incertaines (7). De nombreux travaux sur

l'amélioration de la productivité des ruminants ont été menés dans les stations de recherche, mais leurs objectifs ne répondaient pas nécessairement aux impératifs de l'élevage paysan, d'où l'intérêt d'une approche orientée vers les problèmes concrets des éleveurs et en collaboration directe avec ceux-ci. Une étude des systèmes d'élevage et de la productivité du cheptel du Nord du Cameroun classe les éleveurs de bovins en trois groupes, c'est-à-dire transhumant, sémi-sédentaire et sédentaire (9). La taille moyenne des troupeaux est de 52 bovins. Les races de la région sont essentiellement des zébus avec une prédominance de zébus Akou, Goudali, Mbororo et Arabes Choa.

Le poids à la naissance et la croissance des veaux avant un an reflètent l'adaptation du bétail à un environnement difficile, où les problèmes d'alimentation, d'abreuvement et de pression parasitaire sont considérés comme des facteurs limitant la productivité. La présente étude vise à établir un référentiel technique en milieu réel par l'analyse des effets du sexe, de la race, du rang, de l'année, de la saison de naissance et du niveau de complémentation sur le poids à la naissance, la croissance et la mortalité des veaux en milieu paysan de la région soudano-sahélienne du Cameroun.

1. Institut de recherche agricole pour le développement (Irada), BP 1073, Garoua, Cameroun

Tél. : (237) 27 20 84 ; Fax (237) 27 15 42

2. Adresse actuelle : Laboratoire de recherches vétérinaires et zootechniques de Farcha, BP 433, N'Djamena, Tchad

3. Bureau des ressources génétiques, Muséum d'histoire naturelle, 57, rue Cuvier, 75 231 Paris Cedex 05, France

## ■ MATERIEL ET METHODES

### Milieu physique

Les deux provinces du Nord et de l'Extrême-Nord ont une superficie de 100 000 km<sup>2</sup>, soit 21 p. 100 du territoire national. Cette région assez vaste est inégalement occupée : surpeuplée dans l'Extrême-Nord, elle est sous-peuplée dans le Nord. La pluviométrie de même que la phytomasse diminuent au fur et à mesure que l'on se dirige vers l'Extrême-Nord. La pluviométrie moyenne annuelle décroît de 1 200 mm à moins de 400 mm (figure 1). Les pâturages sont communaux et constitués de graminées naturelles et de ligneux. Dans le Nord, le tapis herbacé est dominé par *Andropogon gayanus*, *Brachiaria bryzantha*, *Loudetia togoensis*, et *Pennisetum pedicellatum*. Dans l'Extrême-Nord, *Sclerocarya byrrea* et *Anogeus leicarpus* dominant. D'autres espèces, telles que *Schizachyrium exile*, *Pennisetum* spp. et *Schoenefeldia gracilis* dominant les zones inondables (yaérés). Les ligneux les plus abondants sont *Combretum glutinosum*, *Annona senegalensis*, *Strychnos spinosa*, *Vitellaria paradoxa* et *Acacia dudgeoni* sur les sols sableux, et *Parinari curatellifolia*, *Terminalia laxiflora*, *Gardenia aqualla* et *Ziziphus abyssinica* sur les sols temporairement inondés. Les pâturages naturels constituent l'essentiel de l'alimentation des bovins. L'utilisation de résidus de récolte (tiges de sorgho et de maïs, fanes de niébé et d'arachide) est très développée autour des villes.

### Milieu humain

L'élevage des bovins est pratiqué par des populations pastorales, en majorité des Mbororo, des Foulbé, des Arabes Choa et des Bornouan plus ou moins transhumants. Des agriculteurs Massa et Toupouri possèdent aussi quelques troupeaux bovins. Grâce à l'extension de la culture attelée, les agriculteurs Moundang, Guiziga et Mbainawa s'intéressent davantage à l'élevage bovin.

### Conduite des troupeaux

Les troupeaux pâturent généralement pendant la journée, entre 8 et 17 h. Pendant la saison sèche chaude (février-mai) où le déficit alimentaire atteint un niveau critique, certains éleveurs font pâturer les troupeaux durant la nuit, entre 1 h et 7 h, pour augmenter l'ingestion des fourrages par les animaux. Pendant la journée, les veaux non sevrés sont gardés dans la concession à l'ombre, attachés à une corde. Ils sont détachés lorsque le troupeau revient le soir. Le gardiennage des troupeaux est assuré par un berger, qui peut être salarié lorsque le propriétaire occupe des fonctions hors exploitation (fonctionnaire ou commerçant), ou tout simplement un membre de la famille (propriétaire, enfant). Le lait constitue l'une des principales sources de revenu des éleveurs, surtout en zones périurbaines.

### Choix des éleveurs, identification des animaux et suivi zootechnique

Le choix des sites et des éleveurs a surtout été lié à l'acceptation par ces derniers des contraintes du suivi. Ainsi, 11 sites ayant des charges et des types de pâturages variés ont été sélectionnés à travers les deux provinces en juillet 1989 (figure 1). Trente-six éleveurs sémi-sédentaires et sédentaires possédant au total 40 troupeaux ont été retenus.

Le troupeau a été défini ici comme un groupe de bovins sous la responsabilité d'un berger. Il a constitué l'unité d'observation de base du suivi. Chaque animal du troupeau a été identifié par une boucle auriculaire en plastique dont le numéro était lisible à distance. L'ensemble des troupeaux suivis dans un site a constitué un

lot. Les lots ont été appariés et choisis au hasard de façon à recevoir, l'un 500 g d'un aliment pour bétail à base de 95 p. 100 de tourteau de coton produit localement (Alibet®) et l'autre 1 000 g par animal et par jour. Cet aliment (comportant 40,8 p. 100 de matières azotées totales) fourni gratuitement aux éleveurs a été distribué par leurs soins à l'ensemble du troupeau, pendant quatre mois de saison sèche chaude, chaque année entre février et mai. Le suivi des troupeaux a été mensuel. Il a permis de collecter des paramètres démographiques, des paramètres de production pondérale (pesée des veaux jusqu'à 50 kg, puis méthode indirecte à partir du périmètre thoracique pris sur 10 à 15 animaux mâles et femelles par troupeau) et des paramètres de reproduction (mises bas, avortements). Les veaux nouveau-nés ont été pesés et identifiés individuellement par bouclage et établissement d'une fiche signalétique (date de naissance, identité de la mère, race, sexe, robe). Les données sanitaires traitaient les causes de mortalité et les symptômes observés. Les données économiques concernaient les prix de vente ou d'achat des animaux et les coûts des soins ou des compléments.

### Gestion et traitement des données

Une formule barymétrique permettant de convertir le périmètre thoracique en poids a été élaborée à partir de près de 1 000 couples de mesures de poids et de périmètre thoracique effectuées sur les animaux de tous âges, types génétiques et sexes (8). Les animaux étaient pesés à jeun à l'aide d'une bascule digitale « Marechale Pesage » et le périmètre thoracique (tour de la poitrine sous la base de la bosse) mesuré à l'aide d'un mètre ruban. Différentes équations de régression ont été calculées entre le poids et le périmètre thoracique (Ptho en cm). La régression polynomiale a été l'équation ayant le coefficient de détermination le plus élevé et un seuil de probabilité très significatif ( $P < 0,0001$ ) :

- pour les mâles,

$$\text{Poids (kg)} = 100,64 - 2,641 \times \text{Ptho} + 0,0251 \times \text{Ptho}^2 \quad (R^2 = 0,96) ;$$

- pour les femelles,

$$\text{Poids (kg)} = 124,69 - 3,171 \times \text{Ptho} + 0,0276 \times \text{Ptho}^2 \quad (R^2 = 0,96).$$

Les informations collectées à chaque visite ont été enregistrées sur des fiches et saisies sur ordinateur en utilisant le logiciel de gestion de troupeau PIKBEU (13). Les fiches contenant les données de la visite précédente étaient imprimées pour la prochaine visite.

### Construction de variables

La présente analyse a été réalisée à partir des fichiers de mensurations et de mortalité extraits de la base de données ainsi constituée. Les enregistrements analysés (13 000 données de poids et de périmètre thoracique) couvraient la période de janvier 1990 à décembre 1993, soit quatre années complètes de collecte de données.

Trois types de facteurs de variation ont été pris en compte : facteurs intrinsèques (sexe et race), facteurs extrinsèques naturels (zone géographique, année et saison de naissance) et facteur extrinsèque piloté (niveau de complémentation). Les races de zébus identifiées étaient les races Goudali, Akou (White Fulani), Mbororo (Djafoun ou Red Fulani) et Arabe (Choa). Les animaux issus de croisements ou dont la race n'a pas été identifiée ont été regroupés sous l'appellation « divers ».

Les caractéristiques géographiques et botaniques des différents sites de l'étude ont déjà été décrites (2). La zone de Garoua a inclus les sites de Sanguéré et de Pitoa (figure 1). C'était une zone

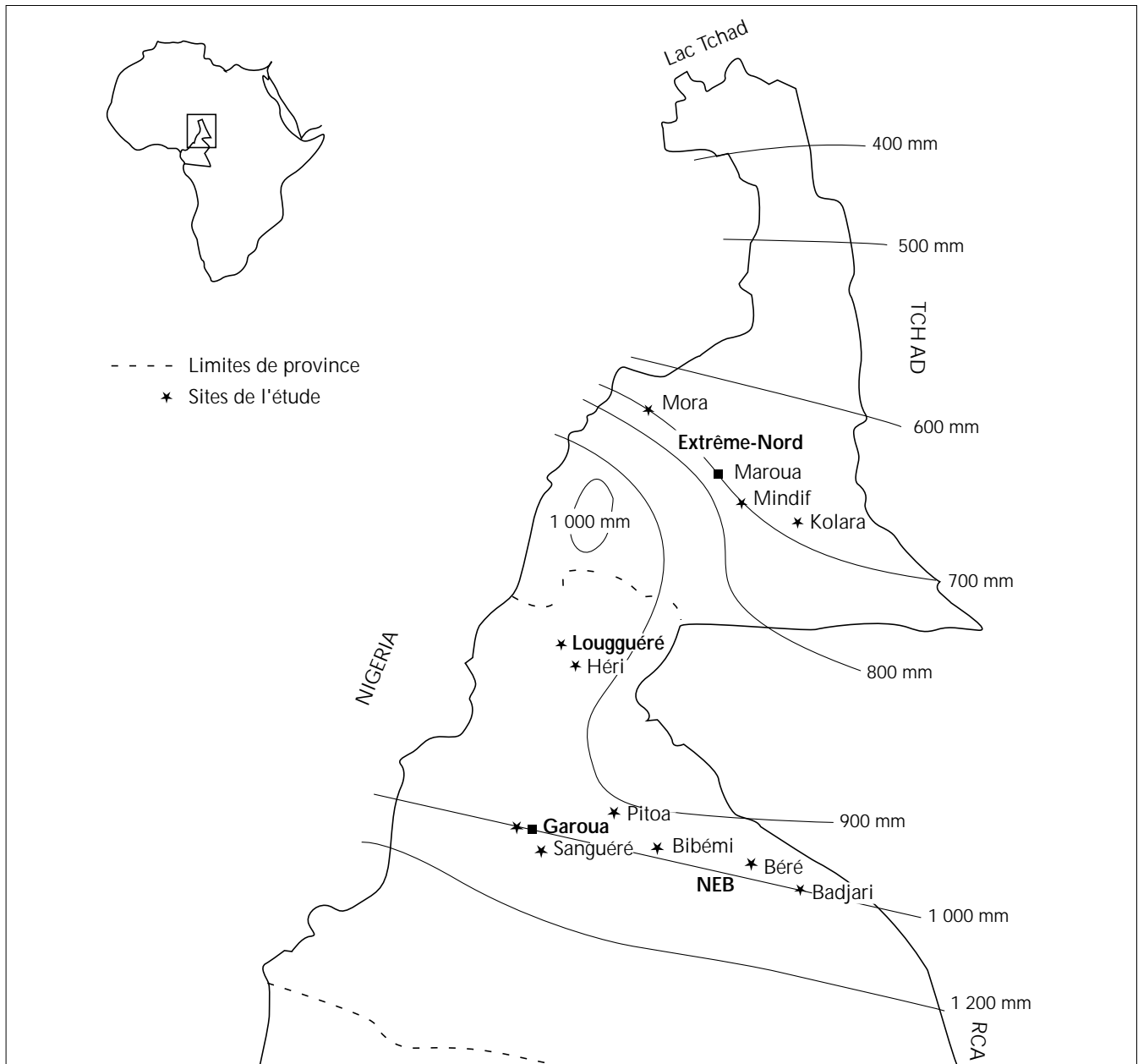


Figure 1 : carte du Nord Cameroun.

périurbaine caractérisée par une forte densité d'occupation spatiale pour les cultures et très peu de pâturages disponibles. Le Nord-Est Bénoué (NEB) a inclus Badjari, Béré et Bibémi. C'était une zone de colonisation récente ayant bénéficié de l'encadrement de l'ex-projet Nord-Est Bénoué, chargé du développement rural. Lougguéré était une station de diffusion de reproducteurs de zébus de races Arabe (Choa) et Goudali avec environ 400 bovins. Les troupeaux y étaient entretenus selon le système du *ranching* à l'intérieur de pâturages naturels. Les veaux étaient vermifugés tous les trois mois et le détiage de tous les animaux était effectué deux fois par semaine en saison des pluies. L'Extrême-Nord comprenait Kolara et Mindif.

La saison de naissance a été déterminée par regroupement des mois de l'année en fonction de la pluviométrie, de la température moyenne et de l'humidité relative. Trois saisons de quatre mois chacune ont été ainsi définies : la saison sèche froide d'octobre à janvier, la saison sèche chaude de février à mai et la saison des pluies de juin à septembre.

### Modèles statistiques

Pour chaque âge donné (naissance, 9 et 12 mois), les effets des facteurs sexe, race, zone géographique, année, saison de naissance, complémentation protéique, ainsi que l'interaction race par sexe ont été testés par la méthode des moindres carrés utilisant la procédure *general linear model* du logiciel SAS/STAT (14) :

$$Y_{ijklmno} = \mu + S_i + G_j + R_k + Z_l + A_m + M_n + C_o + (G \times S)_{ij} + e_{ijklmno}$$

où  $Y_{ijklmno}$  est le poids (à un âge donné) du veau  $ijklmno$ ,  $\mu$  est le poids moyen,  $S_i$  est l'effet du sexe ( $i = 1-2$ ),  $G_j$  est l'effet de la race ( $j = 1-5$ ),  $R_k$  est l'effet du rang de vêlage ( $k = 1-6$ ),  $Z_l$  est l'effet de la zone ( $l = 1-4$ ),  $A_m$  est l'effet de l'année de naissance ( $m = 1-4$ ),  $M_n$  est l'effet de la saison de naissance ( $n = 1-3$ ),  $C_o$  est l'effet de la complémentation ( $o = 1-2$ ) et  $e_{ijklmno}$  est l'erreur.

Seules, les mesures effectuées avant l'âge de 3 jours à l'aide d'un peson ont été considérées comme poids à la naissance. Les poids



des veaux entre 255 et 284 j ont été considérés comme poids à 9 mois et ceux des veaux entre 345 et 374 j comme poids à 12 mois. Sur 1 300 mises bas, 215 poids à la naissance, 149 poids à 9 mois et 116 à 12 mois ont été retenus pendant cette période.

La croissance des veaux a été étudiée à partir d'une base de données de 2 870 mensurations effectuées sur 1 272 veaux nés au cours du suivi. La régression poids-âge a été effectuée pour le sexe, la race, la zone géographique, la saison de naissance et le niveau de complémentation de chacun d'eux.

### Etude de la mortalité des veaux

Le quotient de mortalité des veaux (QM) (6) a été calculé sur les cohortes annuelles de 1990 à 1993. L'effectif initial (Ei) a été le nombre de veaux nés au cours de chaque année. Les morts (Mrt) ont été les veaux morts avant d'avoir atteint l'âge d'un an. Les émigrés (Em), veaux sortis avant l'âge d'un an pour toute raison autre que la mort (abattage, perte, vente, troc ou raison inconnue) ont été comptés pour moitié dans l'effectif initial utilisé pour le calcul du quotient de mortalité. Les veaux nés hors du dispositif de l'étude (immigrés) n'ont pas été considérés. Ainsi, le quotient annuel de mortalité des veaux (en pourcentage) a été :

$$QM = 100 \times Mrt / (Ei - (0,5 \times Em))$$

L'effet des facteurs sexe, race, zone géographique, année de naissance et complémentation protéique sur la mortalité des veaux a été analysé par le test du Chi-2.

## RESULTATS ET DISCUSSION

### Facteurs influençant le poids à la naissance

Le poids des veaux à la naissance a été répertorié dans le tableau I. De tous les facteurs étudiés, seul le rang de vêlage a eu un effet significatif ( $P < 0,05$ ) sur le poids à la naissance des veaux. L'augmentation du poids avec le rang de vêlage n'a cependant pas été linéaire, bien qu'un poids de 21,1 kg ait été noté chez les primipares contre 24,7 kg au cinquième vêlage. Le sexe a eu une légère influence sur le poids à la naissance : les mâles étaient plus lourds que les femelles, ce qui est classique, mais la différence (0,7 kg) n'était pas statistiquement significative. Les veaux de race Goudali étaient plus lourds que ceux des autres races. A la station expérimentale de Maiduguri, au Nigeria, Joshi a signalé un poids à la naissance plus élevé des veaux Choa (25 kg) que dans cette étude (21,9 kg) (4). Dans les élevages transhumants Peuls au Mali un poids moyen plus faible à la naissance (16,6 kg) a été observé (16). Les conditions d'élevage jouent en effet un rôle important sur la variabilité du poids à la naissance. En station où les conditions d'élevage des mères sont plus favorables, les veaux peuvent être plus lourds ; ils ont un poids plus faible dans des situations de transhumance qui sont généralement précaires. Les veaux nés dans la zone NEB ont eu tendance à être plus lourds que ceux qui étaient nés dans d'autres régions, sans doute à cause des disponibilités fourragères plus importantes dans cette région.

Les veaux nés en 1990 étaient un peu plus lourds que ceux qui étaient nés en 1993. Ceci est à mettre en relation avec l'abondance en fourrages suite à une bonne pluviométrie en 1989. La saison de naissance ne semble pas avoir influencé significativement le poids à la naissance, même si les veaux nés en saison des pluies ont eu tendance à être plus lourds que ceux qui étaient nés en d'autres saisons. Cela était surtout lié à l'abondance de pâturages de qualité en cette période, permettant à la vache de mieux se nourrir, satisfaisant mieux ainsi les besoins de son fœtus. Cela explique aussi la

Tableau I

Moyennes estimées par la méthode des moindres carrés pour les poids à la naissance des veaux (en kilogrammes) en milieu paysan au Nord du Cameroun

| Variables                  | Nb.      | Moy.               | Etr <sup>1</sup> |      |
|----------------------------|----------|--------------------|------------------|------|
| <b>Moyenne générale</b>    | 215      | 22,7               | 2,43             |      |
| <b>Sexe</b>                |          |                    |                  |      |
| Mâle                       | 119      | 22,9               | 0,89             |      |
| Femelle                    | 96       | 22,2               | 1,06             |      |
| <b>Race</b>                |          |                    |                  |      |
| Akou                       | 39       | 23,2               | 1,22             |      |
| Arabe (Choa)               | 17       | 21,9               | 1,89             |      |
| Goudali                    | 24       | 24,0               | 1,39             |      |
| Mbororo                    | 19       | 22,4               | 1,81             |      |
| Divers                     | 116      | 21,8               | 0,81             |      |
| <b>Rang de vêlage</b>      |          |                    |                  |      |
| 1                          | 48       | 21,1 <sup>a</sup>  | 1,11             |      |
| 2                          | 57       | 23,3 <sup>ab</sup> | 0,96             |      |
| 3                          | 43       | 23,3 <sup>ab</sup> | 1,14             |      |
| 4                          | 30       | 21,7 <sup>ab</sup> | 1,23             |      |
| 5                          | 22       | 24,7 <sup>b</sup>  | 1,47             |      |
| 6 et plus                  | 15       | 21,7 <sup>ab</sup> | 1,79             |      |
| <b>Zone</b>                |          |                    |                  |      |
| Garoua                     | 107      | 22,2               | 1,03             |      |
| Nord-Est Bénoué            | 24       | 23,5               | 1,40             |      |
| Louguéré                   | 60       | 22,1               | 1,35             |      |
| Extrême-Nord               | 24       | 22,7               | 1,47             |      |
| <b>Année</b>               |          |                    |                  |      |
| 1990                       | 47       | 23,8               | 1,07             |      |
| 1991                       | 96       | 23,3               | 1,13             |      |
| 1992                       | 27       | 22,3               | 1,34             |      |
| 1993                       | 45       | 21,2               | 1,07             |      |
| <b>Saison de naissance</b> |          |                    |                  |      |
| Saison sèche froide        | 101      | 21,8               | 0,93             |      |
| Saison sèche chaude        | 77       | 22,5               | 0,88             |      |
| Saison des pluies          | 37       | 23,6               | 1,26             |      |
| <b>Complémentation</b>     |          |                    |                  |      |
| 1,0 kg/j                   | 180      | 23,6               | 0,82             |      |
| 0,5 kg/j                   | 35       | 21,7               | 1,29             |      |
| <b>Race</b>                | <b>x</b> | <b>Sexe</b>        |                  |      |
| Akou                       | M        | 24                 | 23,9             | 1,44 |
| Akou                       | F        | 15                 | 22,4             | 1,71 |
| Arabe (Choa)               | M        | 6                  | 20,8             | 2,64 |
| Arabe (Choa)               | F        | 11                 | 23,0             | 2,18 |
| Goudali                    | M        | 13                 | 25,6             | 1,80 |
| Goudali                    | F        | 11                 | 22,4             | 1,94 |
| Mbororo                    | M        | 15                 | 22,4             | 1,63 |
| Mbororo                    | F        | 4                  | 22,3             | 3,12 |
| Divers                     | M        | 61                 | 21,6             | 0,96 |
| Divers                     | F        | 55                 | 22,0             | 1,01 |

<sup>1</sup> Ecart-type résiduel

<sup>ab</sup> Pour une même variable, les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes ( $P > 0,05$ )

différence de poids des veaux nés des vaches complémentées avec 1 000 g d'aliment pour bétail qui ont eu tendance à être plus lourds de 1,90 kg que ceux dont les mères avaient reçu seulement 500 g par jour. Le dispositif expérimental n'a pas permis de maîtriser un éventuel apport d'autres compléments alimentaires par les éleveurs.

### Facteurs influençant la croissance des veaux

Le tableau II présente le poids des veaux à 9 mois (période de sevrage) et à 12 mois. Cependant, avec le faible nombre de veaux dans certaines classes, ces valeurs doivent être considérées avec prudence. Le poids moyen à un an dans cette étude était de 126,7 kg. Il était nettement plus élevé que celui enregistré au Mali dans le delta du Niger (16) : 79,6 kg pour les veaux Peuls transhumants. Le faible poids au Mali était lié aux conditions difficiles de ce milieu (en particulier les disponibilités en pâturages, en aliments complémentaires et en soins) et à une traite de 0,7 l en moyenne pendant huit mois consécutifs.

De tous les facteurs de variation étudiés, seule la zone de naissance a eu un effet significatif sur le poids des veaux aux deux âges considérés (tableau II). A un an, les veaux de Lougguéré ont pesé 180,3 kg contre 106,4 kg pour ceux de Garoua. Les veaux nés en saison sèche froide ont eu tendance à avoir une croissance plus rapide que ceux qui étaient nés en saison sèche chaude et en saison des pluies.

La meilleure expression mathématique de la croissance des veaux jusqu'à un an pour les différents facteurs étudiés est une fonction curvilinéaire (tableau III) de type :

$$\text{Poids} = a + (b \times \text{âge}) + (c \times \text{âge}^2)$$

Le poids est exprimé en kilogrammes et l'âge en jours. Les équations de régression figurant au tableau III ont une forte corrélation entre le poids et l'âge des veaux. Les poids calculés par ces équations sont plus proches des poids mesurés que les moyennes exprimées dans le tableau II. Les seuils de probabilité des coefficients de détermination sont très significatifs ( $P < 0,0001$ ). Ces coefficients de détermination sont très élevés, variant de 0,66 à 0,85. Cela indique que 66 à 85 p. 100 de la variation du poids était due à l'âge des veaux et 15 à 34 p. 100 était liée à d'autres effets, comme les effets génétique, maternel (allaitement) et humain (soins, alimentation) ou aux fluctuations d'échantillonnage.

Les veaux mâles ont eu tendance à avoir une croissance plus rapide que les femelles (figure 2). Les veaux zébu Choa ont eu une croissance plus rapide que ceux des autres races (figure 3). A un an, ils étaient plus lourds d'au moins 50 kg que les veaux des autres races. Delate et coll. ont aussi enregistré un meilleur gain de poids avec la race Choa qu'avec d'autres races, au cours d'un essai d'embouche à base de sous-produits rizicoles dans l'Extrême-Nord du Cameroun (3). Ces auteurs ont également noté que les autres races avaient une croissance comparable (résultat en accord avec ceux de la figure 3). Dans cette étude, l'effet du milieu était un facteur de confusion qui a primé sur celui de la race dans la mesure où les bovins Arabes (Choa) se rencontraient majoritairement à la station de Lougguéré.

La zone d'élevage a eu une influence sur la croissance des veaux. Les veaux de Lougguéré ont eu une croissance plus rapide que ceux des autres zones d'élevage (tableau II). Ils ont bénéficié de meilleures conditions d'élevage en station (soins prophylactiques et abondantes ressources fourragères). De plus, la traite y était très limitée. Les veaux de la zone de Garoua ont eu la croissance la plus faible. Outre l'inadéquation de la charge animale avec les ressources fourragères en zone périurbaine, les pratiques de traite

particulièrement sévères des mères par les bouviers autour de Garoua en vue de la commercialisation ont fortement pénalisé les veaux de cette zone. Les veaux des zones plus reculées des centres urbains comme la zone du NEB ont eu une croissance élevée.

Les veaux nés en saison sèche froide ont eu tendance à avoir une croissance plus soutenue que ceux qui étaient nés au cours des autres saisons (figure 4). Jusqu'à 7 mois, ces veaux ont eu une croissance faible. Ils ont ensuite bénéficié de bons pâturages avec le retour des pluies et ont eu une croissance plus rapide que les veaux nés pendant d'autres saisons.

En ce qui concerne la quantité de complément reçue par la mère, les veaux issus des mères recevant 1,0 kg de complément ont eu une croissance plus élevée que ceux qui étaient issus de mères recevant 0,5 kg de complément (tableau III). Une importante quantité de complément de qualité comme du tourteau de coton a permis à la vache de reconstituer ses réserves corporelles et de produire plus de lait pour le veau. Au Nord du Cameroun, Njoya et coll. ont obtenu en saison sèche, en plus du double de la production laitière, un gain moyen quotidien de 428 g avec des veaux dont les mères recevaient 1,7 kg de concentré contre seulement 158 g pour les témoins, et des gains financiers supplémentaires de 120 à 200 francs CFA par jour et par vache (9). Des stratégies de complément alimentaire permettraient à court terme d'augmenter la productivité du troupeau et le revenu des éleveurs.

### Mortalité des veaux

Sur 1 272 veaux nés et ayant des données pondérales utilisées dans cette analyse, 175 ont émigré et 87 sont morts avant l'âge d'un an. Le quotient de mortalité moyen a été de 7,3 p. 100 (tableau IV). Ce résultat concorde avec celui de Planchenault qui a trouvé des taux de mortalité de 7 à 10 p. 100 chez les veaux âgés de 0 à 1 an à partir d'une enquête de productivité du bétail dans la même région (12). Le quotient de cette étude s'apparente à celui de 7,2 p. 100 avant sevrage obtenu en station au Sénégal sur le zébu Gobra (15). Au Mali, une étude de productivité des troupeaux Peuls transhumants du delta du Niger a indiqué un quotient de mortalité très élevé, 34,2 p. 100 (16). Chez les taurins N'Dama en milieu paysan en Côte d'Ivoire, Landais a trouvé un quotient de mortalité des veaux de 19,4 p. 100 (5), alors que Planchenault, sur la même race au ranch de Madina Diassa au Mali, a enregistré 23,3 p. 100 (11). Plus proche de la zone d'étude, un suivi des performances du cheptel bovin Mbororo en zones de savanes humides de Centrafrique a montré une forte mortalité des veaux de l'ordre de 17 p. 100 (1). Dans certaines situations comme au Mali, le quotient de mortalité élevé s'explique par le caractère transhumant de l'élevage où l'objectif premier de la production laitière se fait aux dépens du veau.

Le quotient de mortalité a eu tendance à varier en fonction du sexe, de la race, de la zone, de l'année et de l'année de naissance, et de l'alimentation complémentaire (tableau IV). Il était plus élevé chez les mâles (8,1 p. 100) que chez les femelles (6,5 p. 100). On note que sur 53 veaux Arabes (Choa), aucune mortalité avant l'âge d'un an n'a été enregistrée. Chez les autres races, il n'y a eu aucune différence significative entre les quotients de mortalité. Il était élevé à l'Extrême-Nord (8,9 p. 100) et à Garoua (8,2 p. 100), sans doute à cause de la précarité des pâturages et de la traite sévère des vaches par les bouviers, et cela au détriment des veaux.

Les veaux nés en saison des pluies ont été les plus vulnérables ( $P < 0,05$ ), avec un quotient de mortalité de 10,5 p. 100 contre seulement 5,5 p.100 chez les veaux nés en saison sèche chaude. Le faible quotient de mortalité obtenu en saison sèche chaude

Tableau II

Moyennes estimées par la méthode des moindres carrés pour les poids des veaux (en kilogrammes) à âge type en milieu paysan au Nord du Cameroun

| Age                        | 9 mois   |                    |                  | 12 mois             |                    |                  |       |       |
|----------------------------|----------|--------------------|------------------|---------------------|--------------------|------------------|-------|-------|
|                            | Nb.      | Moy.               | Etr <sup>1</sup> | Nb.                 | Moy.               | Etr <sup>1</sup> |       |       |
| <b>Moyenne générale</b>    | 149      | 117,2              | 4,56             | 116                 | 126,7              | 4,67             |       |       |
| <b>Sexe</b>                |          |                    |                  |                     |                    |                  |       |       |
| Mâle                       | 74       | 118,3              | 4,19             | 56                  | 129,9              | 5,95             |       |       |
| Femelle                    | 75       | 112,8              | 4,09             | 60                  | 131,5              | 5,89             |       |       |
| <b>Race</b>                |          |                    |                  |                     |                    |                  |       |       |
| Akou                       | 28       | 118,3              | 5,30             | 17                  | 136,7              | 6,90             |       |       |
| Arabe (Choa)               | 8        | 102,1              | 9,56             | 4                   | 110,1              | 12,60            |       |       |
| Goudali                    | 34       | 117,2              | 4,67             | 22                  | 135,6              | 6,06             |       |       |
| Mbororo                    | 9        | 125,2              | 7,34             | 5                   | 141,4              | 11,03            |       |       |
| Divers                     | 70       | 115,0              | 3,28             | 68                  | 129,7              | 4,54             |       |       |
| <b>Rang de vêlage</b>      |          |                    |                  |                     |                    |                  |       |       |
| 1                          | 33       | 110,0              | 4,87             | 26                  | 123,1              | 6,24             |       |       |
| 2                          | 34       | 117,6              | 4,48             | 28                  | 126,8              | 5,48             |       |       |
| 3                          | 30       | 115,4              | 4,76             | 20                  | 134,2              | 6,18             |       |       |
| 4                          | 23       | 114,5              | 5,15             | 21                  | 125,6              | 6,27             |       |       |
| 5                          | 13       | 111,6              | 6,69             | 10                  | 131,0              | 8,67             |       |       |
| 6 et plus                  | 16       | 124,4              | 6,87             | 11                  | 143,4              | 9,20             |       |       |
| <b>Zone</b>                |          |                    |                  |                     |                    |                  |       |       |
| Garoua                     | 34       | 94,4 <sup>a</sup>  | 4,78             | 31                  | 106,4 <sup>a</sup> | 6,01             |       |       |
| Nord-Est Bénoué            | 29       | 108,1 <sup>b</sup> | 4,95             | 29                  | 126,1 <sup>b</sup> | 5,97             |       |       |
| Louggué                    | 31       | 154,3 <sup>c</sup> | 5,39             | 22                  | 180,3 <sup>c</sup> | 7,66             |       |       |
| Extrême-Nord               | 55       | 105,5 <sup>b</sup> | 4,74             | 34                  | 110,0 <sup>b</sup> | 5,48             |       |       |
| <b>Année de naissance</b>  |          |                    |                  |                     |                    |                  |       |       |
| 1990                       | 43       | 117,6              | 4,20             | 28                  | 130,2              | 5,64             |       |       |
| 1991                       | 46       | 110,4              | 4,60             | 42                  | 133,9              | 5,55             |       |       |
| 1992                       | 42       | 112,4              | 4,62             | 40                  | 135,2              | 5,88             |       |       |
| 1993                       | 18       | 121,9              | 6,13             | 6                   | 123,5              | 11,37            |       |       |
| <b>Saison de naissance</b> |          |                    |                  |                     |                    |                  |       |       |
| Saison sèche froide        | 41       | 123,5 <sup>a</sup> | 4,73             | 48                  | 135,0              | 5,63             |       |       |
| Saison sèche chaude        | 82       | 122,1 <sup>a</sup> | 3,13             | 51                  | 127,3              | 4,98             |       |       |
| Saison des pluies          | 26       | 101,1 <sup>b</sup> | 5,54             | 17                  | 129,7              | 6,80             |       |       |
| <b>Complémentation</b>     |          |                    |                  |                     |                    |                  |       |       |
| 1,0 kg/j                   | 105      | 118,5              | 3,08             | 80                  | 127,2              | 4,34             |       |       |
| 0,5 kg/j                   | 44       | 112,6              | 4,86             | 36                  | 134,2              | 6,25             |       |       |
| <b>Race</b>                | <b>x</b> | <b>Sexe</b>        |                  |                     |                    |                  |       |       |
| Akou                       |          | M                  | 15               | 122,8 <sup>a</sup>  | 6,58               | 8                | 144,6 | 9,34  |
| Akou                       |          | F                  | 13               | 113,9 <sup>b</sup>  | 6,81               | 9                | 128,7 | 8,33  |
| Arabe (Choa)               |          | M                  | 3                | 107,1 <sup>b</sup>  | 13,76              | 2                | 103,9 | 17,04 |
| Arabe (Choa)               |          | F                  | 5                | 97,2 <sup>ab</sup>  | 10,79              | 2                | 116,3 | 16,70 |
| Divers                     |          | M                  | 30               | 114,2 <sup>ab</sup> | 4,43               | 30               | 132,7 | 5,60  |
| Divers                     |          | F                  | 40               | 115,8 <sup>ab</sup> | 4,08               | 38               | 126,6 | 5,04  |
| Goudali                    |          | M                  | 21               | 118,7 <sup>ab</sup> | 5,29               | 14               | 139,9 | 6,69  |
| Goudali                    |          | F                  | 13               | 115,8 <sup>ab</sup> | 6,61               | 8                | 131,2 | 9,01  |
| Mbororo                    |          | M                  | 5                | 129,0 <sup>a</sup>  | 10,06              | 2                | 128,4 | 17,08 |
| Mbororo                    |          | F                  | 4                | 121,3 <sup>ab</sup> | 10,63              | 3                | 154,4 | 15,30 |

<sup>1</sup> Ecart-type résiduel<sup>ab</sup> Pour une même variable à un âge donné, les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes (P > 0,05)

Tableau III

Relations polynomiales et leurs constantes pour les poids de veaux à âge type  
(forme du polynôme : poids = a + b x âge + c x âge<sup>2</sup>)

| Variables                  | Nb.   | a    | b     | c        | r <sup>2</sup> |
|----------------------------|-------|------|-------|----------|----------------|
| <b>Moyenne générale</b>    | 2 869 | 23,2 | 0,519 | -0,00061 | 0,75           |
| <b>Sexe</b>                |       |      |       |          |                |
| Mâle                       | 1 402 | 23,8 | 0,540 | -0,00065 | 0,75           |
| Femelle                    | 1 466 | 22,4 | 0,505 | -0,00059 | 0,75           |
| <b>Race</b>                |       |      |       |          |                |
| Akou                       | 500   | 25,0 | 0,521 | -0,00079 | 0,66           |
| Arabe (Choa)               | 219   | 19,3 | 0,743 | -0,00085 | 0,82           |
| Goudali                    | 525   | 25,2 | 0,495 | -0,00064 | 0,85           |
| Mbororo                    | 285   | 25,2 | 0,524 | -0,00071 | 0,70           |
| Divers                     | 1 336 | 22,0 | 0,479 | -0,00046 | 0,79           |
| <b>Zone</b>                |       |      |       |          |                |
| Garoua                     | 931   | 24,6 | 0,377 | -0,00042 | 0,78           |
| Nord-Est Bénoué            | 654   | 25,7 | 0,430 | -0,00041 | 0,83           |
| Louguéré                   | 587   | 22,0 | 0,595 | -0,00043 | 0,84           |
| Extrême-Nord               | 694   | 21,0 | 0,613 | -0,00098 | 0,77           |
| <b>Saison de naissance</b> |       |      |       |          |                |
| Saison sèche froide        | 947   | 22,9 | 0,472 | -0,00037 | 0,79           |
| Saison sèche chaude        | 1 491 | 22,7 | 0,569 | -0,00080 | 0,73           |
| Saison des pluies          | 429   | 25,8 | 0,439 | -0,00044 | 0,71           |
| <b>Complémentation</b>     |       |      |       |          |                |
| 1,0 kg/j                   | 1 996 | 23,0 | 0,535 | -0,00060 | 0,76           |
| 0,5 kg/j                   | 872   | 23,9 | 0,484 | -0,00065 | 0,75           |

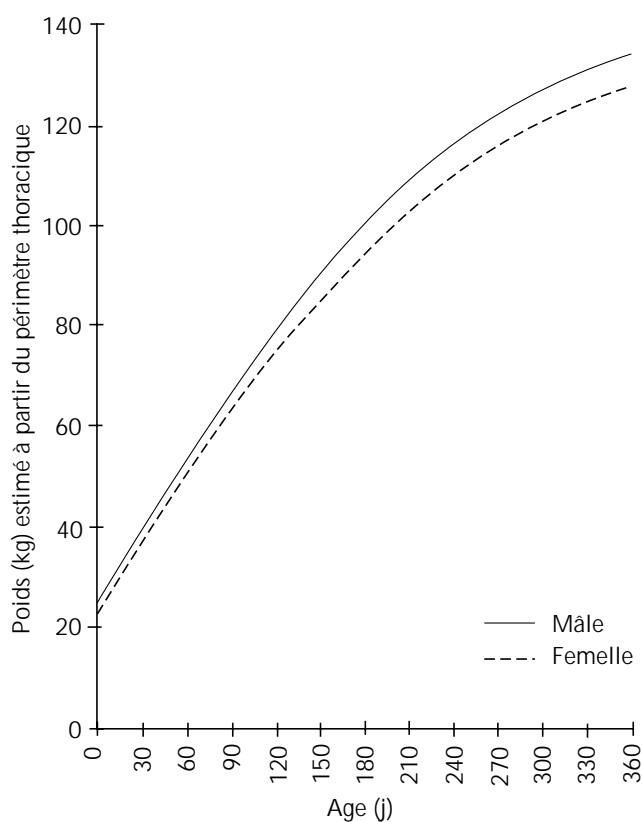


Figure 2 : courbes de croissance par sexe des veaux en milieu paysan au Nord du Cameroun.

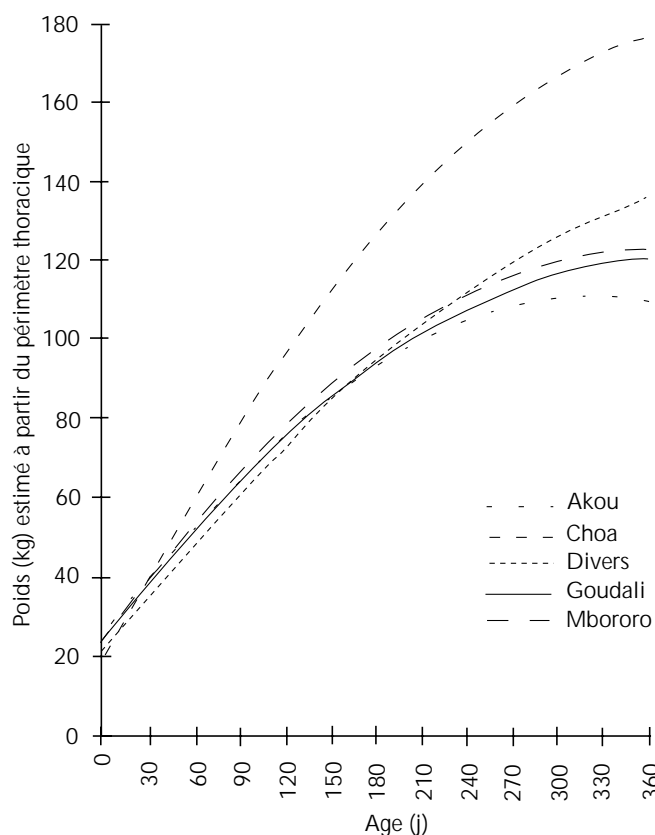


Figure 3 : courbes de croissance par race des veaux en milieu paysan au Nord du Cameroun.

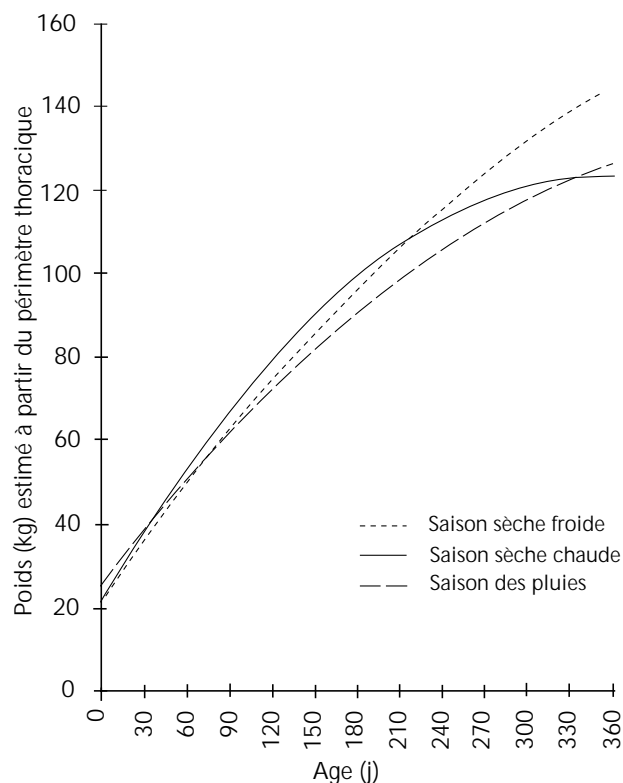


Figure 4 : influence de la saison de naissance sur la croissance des veaux en milieu paysan au Nord du Cameroun.

corrobore les résultats obtenus au Mali dans le delta du Niger (16). Les veaux nés en cette saison trouvent de meilleurs pâturages quelques mois après et bénéficient de beaucoup plus de lait maternel. Inversement, ceux qui sont nés en saison des pluies connaissent en plus de la pression parasitaire généralement élevée (tiques, vers gastro-intestinaux) en cette saison-là, un déficit en pâturages de qualité en saison sèche dès lors qu'ils sont en âge de consommer de l'herbe.

Les veaux issus des mères ayant reçu 1,0 kg de complément ont eu tendance à avoir un quotient de mortalité (7,1 p. 100) légèrement plus faible que ceux qui étaient issus des mères ayant reçu 0,5 kg (7,8 p. 100). Dans les élevages périurbains où la traite du lait représente une spéculation rémunératrice pour des bouviers, l'alimentation complémentaire est vivement recommandée afin de limiter la perte de poids des veaux et d'améliorer ainsi leur viabilité.

## ■ CONCLUSION

Les données pondérales des zébus en milieu paysan de la zone soudano-sahélienne sont encore rares. Cette étude réalisée en milieu paysan au Nord du Cameroun, comportant des sources de variations difficilement contrôlables (type génétique, système d'alimentation, système d'élevage, déséquilibre des effectifs, mobilité des éleveurs et des troupeaux se traduisant par des contraintes diverses), a tout de même permis de peser les veaux à la naissance dans leur milieu naturel et d'identifier les principaux facteurs qui peuvent influencer ce poids.

Une amélioration du poids à la naissance de près de 2 kg, de la croissance (20 kg de différence à un an) et de la viabilité des veaux a

Tableau IV

Quotient de mortalité (QM, en pourcentage) des veaux de 0 à 1 an en milieu paysan au Nord du Cameroun

| Variabes                   | Nb. de veaux | QM                |
|----------------------------|--------------|-------------------|
| <b>Moyenne</b>             | 1 272        | 7,3               |
| <b>Sexe</b>                |              |                   |
| Mâle                       | 663          | 8,1               |
| Femelle                    | 609          | 6,5               |
| <b>Race</b>                |              |                   |
| Akou                       | 226          | 6,2               |
| Arabe (Choa)               | 53           | 0,0*              |
| Goudali                    | 208          | 7,4               |
| Mbororo                    | 135          | 7,8               |
| Divers                     | 650          | 8,2               |
| <b>Zone</b>                |              |                   |
| Garoua                     | 551          | 8,2               |
| Nord-Est Bénoué            | 347          | 5,9               |
| Louguéré                   | 145          | 4,7               |
| Extrême-Nord               | 229          | 8,9               |
| <b>Saison de naissance</b> |              |                   |
| Saison sèche froide        | 425          | 8,1 <sup>ab</sup> |
| Saison sèche chaude        | 603          | 5,5 <sup>a</sup>  |
| Saison des pluies          | 244          | 10,5 <sup>b</sup> |
| <b>Année</b>               |              |                   |
| 1990                       | 361          | 5,9 <sup>a</sup>  |
| 1991                       | 372          | 8,5 <sup>ab</sup> |
| 1992                       | 226          | 10,3 <sup>b</sup> |
| 1993                       | 313          | 5,4 <sup>a</sup>  |
| <b>Complémentation</b>     |              |                   |
| 1,0 kg/j                   | 860          | 7,1               |
| 0,5 kg/j                   | 412          | 7,8               |

<sup>ab</sup> Pour une même variable, les moyennes sur la même colonne suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes ( $P > 0,05$ )

été observée lorsque leurs mères avaient reçu une complémentation de l'ordre d'un kilogramme par jour en saison sèche. Cette pratique associée à d'autres, telles qu'un disponible fourrager adéquat et une traite modérée des mères, peut permettre de mieux extérioriser les performances pondérales des veaux et d'en réduire la mortalité. La croissance des veaux avant le sevrage étant le premier reflet de l'adaptation du bétail à son environnement, il est capital de connaître les performances de croissance en vue de travaux d'amélioration futurs de la productivité.

## Remerciements

Cette étude a été effectuée dans le cadre du projet Garoua (Ira-Irzu-Cirad) avec le concours financier du Gouvernement du Cameroun, du Fonds d'aide et de coopération et de la Caisse française de développement. Les auteurs tiennent à remercier Messieurs Loko Dicka, Daniel Tegioh et Daouda Nsangou de l'Irzu pour leur contribution à la collecte des données, ainsi que tous les paysans qui ont collaboré à cette étude.

## BIBLIOGRAPHIE

1. BLANC F., LE MASSON A., LE MASSON C., REMAYEKO A., LE GALL F., LHOSTE P., 1995. Les contraintes au développement de l'élevage bovin en savane humide : l'exemple des Peuls Mbororo en République centrafricaine. *Revue Mond. Zoot.*, **82** : 69-77.
2. CHOLLET J.-Y., MARTRENCHAR A., BOUCHEL D., NJOYA A., 1994. Epidémiologie des parasitoses digestives des jeunes bovins dans le Nord-Cameroun. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **47** : 365-374.
3. DELATE J.J., OUYAN H., THEANDER S., 1986. Influence de l'âge, du sexe, de la race sur l'embouche des zébus nourris avec des sous-produits rizicoles dans le Nord Cameroun. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **39** : 89-95.
4. JOSHI N.R., 1957. Les bovins d'Afrique, types et races. Rome, Italie, FAO, 317 p.
5. LANDAIS E., 1983. Analyse des systèmes d'élevage bovin sédentaire du Nord de la Côte d'Ivoire. Tome 1. Les systèmes d'élevage dans les systèmes agraires villageois traditionnels. Tome 2. Données zootechniques et conclusions générales. Maisons-Alfort, France, Gerdat-Iemvt, 759 p.
6. LANDAIS E., SISSOKHO M.M., 1986. Bases méthodologiques du contrôle des performances animales pour l'analyse zootechnique et démographique : collecte des données et choix des variables. In : actes de l'atelier Méthodes pour la recherche sur les systèmes d'élevage en Afrique intertropicale, Mbour, Sénégal, 02-08 février 1986. Maisons-Alfort, France, Cirad-Iemvt, p. 433-485. (Etudes et synthèses n° 20)
7. MINEPIA, 1990. Rapports annuels 1989 et 1990. Yaoundé, Cameroun, ministère de l'Élevage, des pêches et des industries animales du Cameroun, délégation provinciale du Nord, 83 p. et 84 p.
8. NJOYA A., BOUCHEL D., NGO TAMA A.C., 1993. Détermination indirecte du poids des bovins par la mesure du périmètre thoracique en milieu réel. Garoua, Cameroun, Irzv, 6 p. (Fiche technique n° 1)
9. NJOYA A., BOUCHEL D., NGO TAMA A.C., MOUSSA C., MARTRENCHAR A., LETENNEUR L., 1997. Systèmes d'élevage et productivité des bovins en milieu paysan au Nord-Cameroun. *Revue Mond. Zoot.*, **89** : 12-23.
10. NJOYA A., LACMENE X., NJWE R., 1995. Response to supplementary feeding by lactating Zebu cows in Northern Cameroon. *Ann. Zootech. Suppl.*, **44**: 375.
11. PLANCHENAULT D., 1987. Essai d'amélioration génétique des bovins en milieu défavorable. Exemple du ranch de Medina-Diassa. Maisons-Alfort, France, Cirad-Iemvt, 308 p. (Etudes et synthèses n° 26)
12. PLANCHENAULT D., 1991. Enquête productivité du bétail camerounais - Manuel des enquêteurs. Maisons-Alfort, France, Cirad-Iemvt, 57 p.
13. SAHUT C., PLANCHENAULT D., 1990. Mise en place d'un suivi de troupeaux bovins, ovins et caprins ; utilisation du logiciel PIKBEU. Maisons-Alfort, France, Cirad-Iemvt, 35 p. (Rapport technique 1)
14. SAS/STAT, 1990. User's Guide: Statistics, Vers. 6, 4th Ed. Cary, NC, USA, SAS Inst., 686 p.
15. SOW R.S., DENIS J.P., TRAIL J.C.M., THIONGANE P.I., MBAYE M., DIA I., 1988. Productivité du zébu Gobra au Centre de recherches zootechniques de Dahra (Sénégal). Dakar, Sénégal, Isra, 46 p.
16. WAGENAAR K.T., DIALLO A., SAYERS A.R., 1986. Productivity of transhumant Fulani cattle in the inner Niger delta of Mali. Addis Ababa, Ethiopia, ILCA, 57 p. (Research Report No. 13)

Reçu le 8.8.95, accepté le 10.2.99

## Summary

**Njoya A., Bouchel D., Ngo Tama A.C., Planchenault D.** Factors affecting birth weight, growth and viability of calves in rural farms in Northern Cameroon

In order to better evaluate cattle productivity of rural livestock in Northern Cameroon, 2 800 cattle owned by 36 farmers selected for the study were monitored beginning in 1989. Eleven localities gathered into four zones were involved. Every year during four months of the dry warm season (February-May), two levels of cottonseed cake supplement were fed to animals (500 or 1000 g/animal/day). Demographic, zootechnical, sanitary and economic information related to the animals, the herds and the farmers were collected during each monthly visit. After four years of farm monitoring, 215 birth weights (0-3 days) out of nearly 1300 births were collected. The average birth weight was 22.7 kg (standard error (se) = 2.43). The calving rank significantly affected the calf birth weight (21.1-24.7 kg). Three thousand measurements taken from newborn were recorded in a database during the study. Growth curves showed that age explained 65-85% of weight changes from 0-1 year of age. Genetic and environmental factors explained the remainder. The average weight of 12 month old calves varied with the zone. Calves from Lougguéré and around Garoua weighed 180.3 kg (se = 7.7) and 106.4 kg (se = 6.0), respectively. The mortality rate of 0-1 year old calves was 7.3% and varied with the body weight. Improving livestock farming practices may contribute to calves' weight gain and reduce their mortality rate in Northern Cameroon.

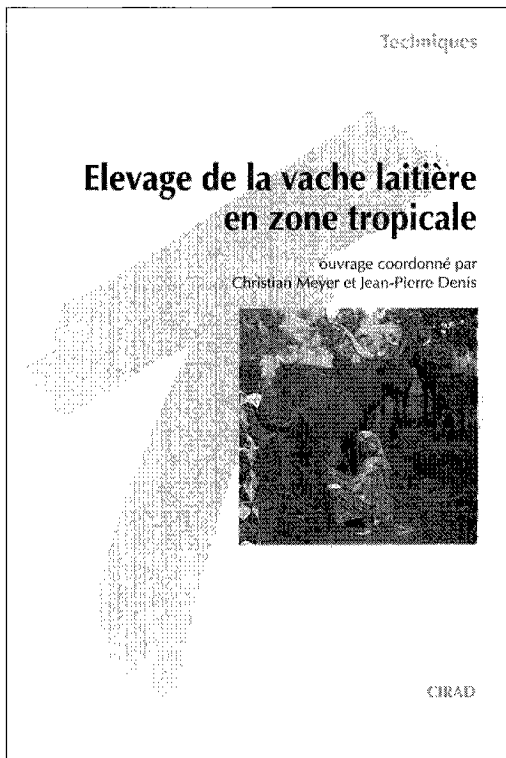
**Key words:** Cattle - Calf - Growth factor - Food enrichment - Birth weight - Mortality - Cameroon - Central Africa.

## Resumen

**Njoya A., Bouchel D., Ngo Tama A.C., Planchenault D.** Factores que afectan el peso, el crecimiento y la viabilidad de los terneros en un medio rural en el Norte de Camerún

En 1989 se estableció un seguimiento zootécnico en un medio rural del norte de Camerún, con el fin de mejorar el conocimiento de la productividad de la crianza bovina. En 11 localidades, agrupadas en cuatro zonas, se retuvieron 36 criadores de bovinos poseedores de 2800 cabezas. Cada año, durante cuatro meses de estación seca caliente (febrero-mayo), se distribuyó a los animales dos niveles de complemento en torta de algodón (500 y 1000 g/bovino/día). Los eventos de orden demográfico, zootécnico, sanitario y económico concernientes a los animales, los hatos y los criadores, se registraron durante cada visita mensual. Al cabo de cuatro años de seguimiento de los establecimientos, se recolectaron 215 pesos al nacimiento (0 a 3 d) sobre cerca de 1300 partos. El peso medio al nacimiento fue de 22,7 kg (Etr = 2,43). El rango de parto tuvo una influencia significativa sobre el peso al nacimiento de los terneros (21,1 a 24,7 kg). A partir de una base de datos de cerca de 3000 medidas efectuadas sobre los terneros nacidos durante el seguimiento, las curvas de crecimiento mostraron que la edad explicó 65 a 85% de la evolución del peso de 0 a 1 año. Los efectos genéticos y del medio explicaron el resto. El peso medio de los terneros de 12 meses varió en función de las zonas de crianza: 180,3 kg (Etr = 7,7) en la estación de Lougguéré, contra 106,4 kg (Etr = 6,0) alrededor de Garoua. El cociente de mortalidad de los terneros de 0 a 1 año fue de 7,3% y varió en función del peso. El mejoramiento de las prácticas de manejo puede permitir una mejor exteriorización de los rendimientos ponderales de los terneros y una reducción de la mortalidad en medio rural en el norte de Camerún.

**Palabras clave:** Ganado bovino - Ternero - Factor de crecimiento - Enriquecimiento de los alimentos - Peso al nacimiento - Mortalidad - Camerún - Africa central.



Une publication du Cirad

La collection Techniques

## Elevage de la vache laitière en zone tropicale

ouvrage coordonné par  
Christian Meyer et Jean-Pierre Denis

*Elevage de la vache laitière en zone tropicale* est un ouvrage consacré à l'amélioration de la production laitière des bovins et à la gestion des exploitations dans

les pays tropicaux, notamment en Afrique. Il s'agit d'un document pratique, conçu pour le travail de terrain. Réalisé à l'intention des producteurs et des agents de l'encadrement, il pourra aussi être consulté avec profit par des chercheurs, des vétérinaires, des agronomes, des zootechniciens et des étudiants. Les considérations à l'usage de l'encadrement sont privilégiées car, si de nombreuses solutions techniques sont connues et réalisables, elles ne sont pas toujours mises en pratique.

Ce manuel en trois parties demande une lecture dynamique et active. Les propositions d'actions sont destinées à être interprétées et adaptées selon les contraintes et les possibilités locales. La première partie, économique, présente un bilan de la production laitière dans le monde, éclaire le contexte propre aux filières en zone tropicale, puis expose les grands principes de l'élevage laitier. La deuxième partie, zootechnique, rappelle l'anatomie de la mamelle, étudie les mécanismes d'élaboration du lait ainsi que la lactation et rassemble les connaissances techniques actuelles dans les domaines de la reproduction, de la santé d'un troupeau et du logement des animaux. La troisième partie détaille la gestion d'un troupeau et le suivi d'un élevage, de la création d'une exploitation à la transformation et à la commercialisation du lait et des produits laitiers. Le succès d'une exploitation laitière en zone tropicale passe par l'analyse et la maîtrise de ces multiples aspects de la production.

### Distribution

La Librairie du Cirad  
BP 5035  
34032 Montpellier Cedex 1 - France  
Tél. : +33 (0)4 67 61 44 17  
Fax : +33 (0)4 67 61 55 47  
librairie@cirad.fr



1999

316 pages

ISSN 1275-6083

ISBN 2-87614-336-4

Prix : 200 FF

(Les frais d'envoi hors de France métropolitaine sont en sus)

# Types and breeds of the Chinese Bactrian camel (*Camelus bactrianus*)

X.X. Zhao <sup>1</sup>

## Key words

*Camelus bactrianus* - Bactrian camel - Breed - Body conformation - Geographical distribution - Productivity - China.

## Summary

The Bactrian camel (*Camelus bactrianus*) is an important livestock species in China. Its various specialized types and breeds are nevertheless not well enough known. The Bactrian camels are multipurpose animal primarily used as fiber producer, for transport or draft, providing milk and meat as a tertiary product without disrupting the fragile ecosystem. The current classifications are largely based on geographical locations. The paper introduces some important information on the distinctive camel types and breeds in China, their ecological environments, population, distribution, conformation, body measurements and productivity. To improve camel productivity and develop conservation strategies, an urgent need for a finer characterization of breeds, types and populations with special respect to morphology, current production levels and genetic differentiation should be emphasized.

## ■ INTRODUCTION

All domestic animal species differentiated into types and/or breeds soon after their domestication due to the selection for specific economic traits. This resulted in morphological and functional changes, particularly size, shape and color, which also varied according to ecological conditions and genetic factors. These changes have often been used to establish reasonably precise dates and places of initial domestication and record the history of utilization of animals by human beings.

However, the camel has gone through very few changes since it was first domesticated. Even in modern times there have been very little directed selections into what can truly be considered breeds. Very few attempts have been made to understand the organized breeding of camels for specific purposes, e.g. for meat or milk production, or to create pure breeds the way it was done for cattle, sheep, goats and horses.

Bactrian camels (*Camelus bactrianus*) are nowadays primarily classified according to their habitats and conformations and secondarily only according to functions attributed to camels. It is too early to conclude whether these differences are due to ecological factors or are breed related. There are some existing breeds or types of Bactrian camels in China. They are described in this review according to their native names or habitat areas, rather than upon strict biological and physiological differences (figure 1). Moreover, they do not relate to the local knowledge and classification system used by camel breeders themselves.

## ■ ALAHSAN BACTRIAN CAMEL

The Alahshan Bactrian camel is one of the earliest Chinese camel breeds and is widely distributed over most of Chinese camel habitat areas. Its population was estimated at 307,432 corresponding to 51.24% of the national camel population (2).

The breed is concentrated in the Alahshan Union and the neighboring desert areas located between latitudes 37-43° N and longitudes 97-108° E with a surface area of 400,000 km<sup>2</sup>. The altitude is about 1400 m. The grassland in the area is that of typical deserts or semi-deserts; the soil pH is 8.3-9.1. The climate is typically continental: arid, windy with small rainfall. Annual precipitation is around 100 mm (40-200 mm) with evaporation as high as 2000 mm (22).

1. Department of Veterinary Medicine, Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu 730070, China

Tel.: +86 931 766 8010, ext. 3363

Fax: +86 931 766 8010

E-mail: rsdept@gsau.edu.cn



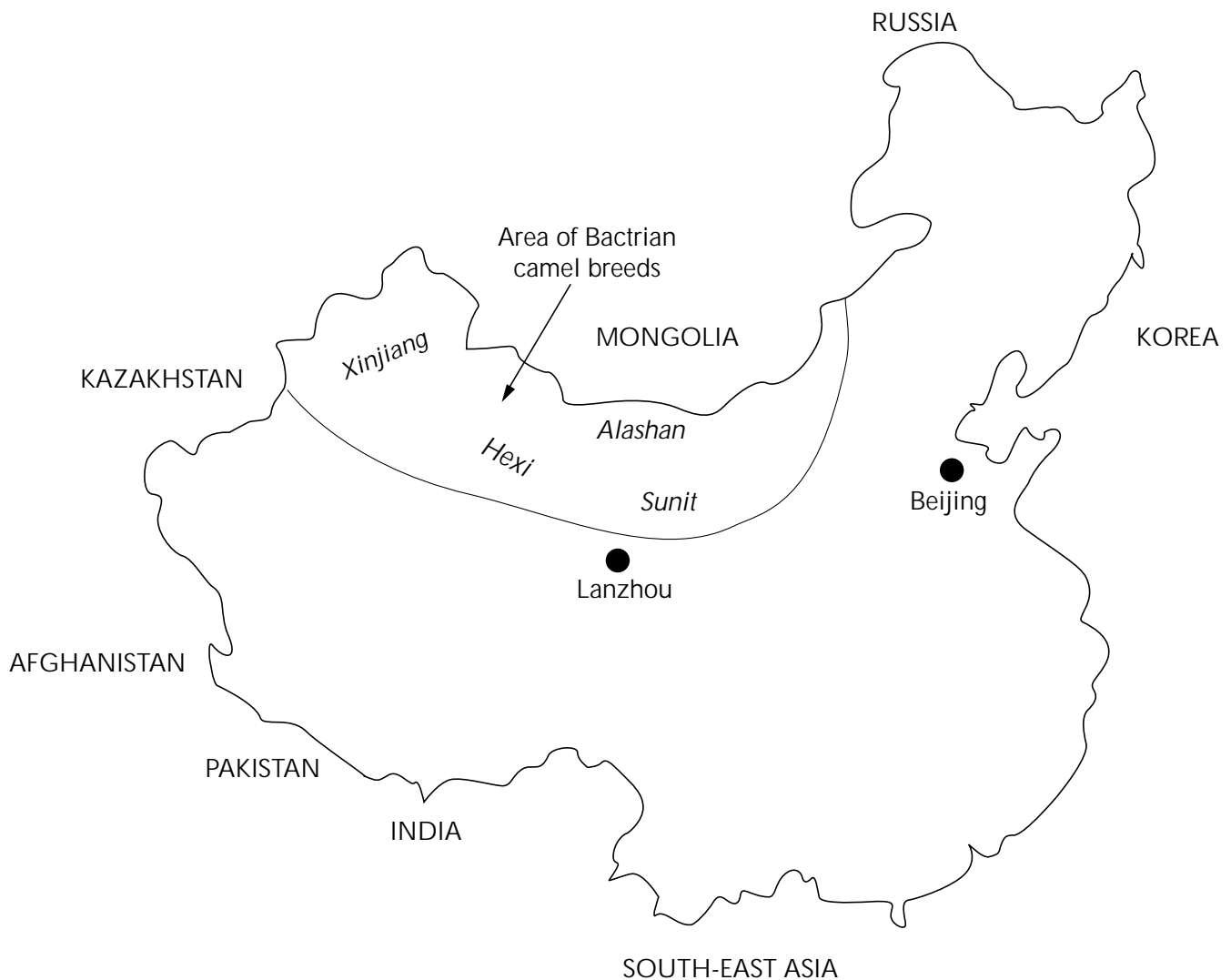


Figure 1 : Distribution of different Bactrian camel breeds in China.

### General conformation

The conformation of the Alahshan Bactrian camel is well described with a short and broad head, big alert eyes, small ears, a fine and long neck, deep and broad chest, short back, long lumber, straight and strong forelegs with large feet, hindlegs with well-developed muscles and obvious joints. The neck is 90-100 cm long and Z-shaped. There are two humps 30-40 cm high. The tail is 40 cm long. The breed can be subdivided into two types according to its geographical location and basic conformation, the Gobi and Desert types. The Gobi type population is 130,000 and can be further divided into South and North subtypes. The Gobi type has a heavy muscular body, a short and strong head, protruding nose bridge, strong neck, broader and deeper chest, big and elevated humps with the front hump forward. The wool color is brown-red. Most camels of the South subtype are distributed in the West Gobi, Mazong mountainous areas and Badanjilin desert with a population of about 50,000. This subtype is characterized by a pink-yellow or brown coat. The North subtype is distributed mostly on the border between China and Mongolia. The population is about 75,000. This subtype is characterized by a brown-red or brown coat. The Desert type population is estimated at about 50,000 to 60,000. Its habitat covers the area on the

territories between China and Mongolia and the deserts of Badanjilin, Tenggeli and Wulanbuhe. The conformation of this type is characterized by a light body, fine and long wool with a high percentage of yellow color, big and alert eyes, a big and round abdomen and outside rear legs.

### Body weight

The body weight of the Alahshan breed averages 454 kg for the female (n = 119), 680 kg for the castrates (n = 61). There are little differences in body measurements between sexes (table I) (16).

### Productivity

Wool production is the most important trait of the Alahshan breed. Maximum production for males could be 12 kg or even more and for females about 6 kg. There is little difference between the Desert (average 4.2 kg, n = 1361) and Gobi types (4.5 kg, n = 2613) (16). However, there are some differences in the thickness of the wool between subtypes (table II) (7, 10, 12, 15).

Work capacity for the Alahshan breed is pretty good. The fastest speeds were 25 min 4.2 sec and 10 min 44 sec for distances of 10 and 5 km, respectively (17).

**Table I**  
Body measurements of the Alahshan Bactrian camel

| Sex      | Num. | Height (cm) | Length (cm) | Heart girth (cm) | CC <sup>a</sup> (cm) | Length index | Heart girth index <sup>b</sup> | Trunk index <sup>c</sup> | CC index <sup>d</sup> |
|----------|------|-------------|-------------|------------------|----------------------|--------------|--------------------------------|--------------------------|-----------------------|
| Male     | 185  | 172.3       | 147.3       | 218.2            | 20.6                 | 85.5         | 126.6                          | 148.1                    | 11.9                  |
| Female   | 1356 | 168.8       | 143.5       | 213.0            | 18.8                 | 85.0         | 126.2                          | 148.4                    | 11.1                  |
| Castrate | 668  | 174.9       | 148.4       | 218.8            | 20.9                 | 84.8         | 125.1                          | 147.4                    | 11.9                  |

<sup>a</sup> Cannon circumference

<sup>b</sup> Heart girth (cm) / height (cm) x 100%

<sup>c</sup> Trunk length (cm) / height (cm) x 100%

<sup>d</sup> Cannon circumference (cm) / height (cm) x 100%

**Table II**  
Wool thickness of the Alahshan breed subtypes (cm)

| Subtypes | Sex      | Num. | Neck |      | Shoulder |      | Front side |      | Hindside |      | Croup |      | Average |      |
|----------|----------|------|------|------|----------|------|------------|------|----------|------|-------|------|---------|------|
|          |          |      | Mean | SE   | Mean     | SE   | Mean       | SE   | Mean     | SE   | Mean  | SE   |         |      |
| N Gobi   | Male     | 5    | 5.90 | 0.80 | 5.50     | 0.50 | 5.50       | 0.61 | 5.40     | 0.42 | 4.00  | 1.12 | 5.26    | 1.16 |
|          | Female   | 26   | 5.04 | 0.75 | 5.23     | 0.59 | 5.52       | 0.71 | 5.08     | 0.87 | 3.65  | 0.61 | 4.90    | 0.95 |
|          | Castrate | 11   | 5.50 | 0.63 | 5.77     | 0.85 | 5.68       | 0.93 | 5.45     | 0.91 | 4.05  | 0.65 | 5.29    | 0.99 |
| Mean     |          |      | 5.48 | 1.07 | 5.50     | 0.65 | 5.57       | 0.75 | 5.31     | 0.73 | 3.90  | 0.79 | 5.15    | 1.03 |
| S Gobi   | Male     | 9    | 5.72 | 0.67 | 5.72     | 0.44 | 5.89       | 0.85 | 5.65     | 0.65 | 3.50  | 0.56 | 5.21    | 1.14 |
|          | Female   | 46   | 5.59 | 0.82 | 5.79     | 0.66 | 6.10       | 0.89 | 5.60     | 0.60 | 3.67  | 0.62 | 5.30    | 0.16 |
|          | Castrate | 5    | 5.30 | 0.84 | 5.90     | 0.65 | 5.90       | 0.72 | 5.55     | 0.55 | 4.60  | 0.55 | 5.45    | 0.06 |
| Mean     |          |      | 5.54 | 0.78 | 5.80     | 0.58 | 5.96       | 0.82 | 5.60     | 0.60 | 3.92  | 0.58 | 5.32    | 0.45 |

SE = standard error

The Alahshan breed can transport 150-250 kg loads at a speed of 25-30 km per day. The maximum draft power for a castrate is 428 kg. When used as plough animals, a pair of camels could plough 330-450 m<sup>2</sup> of land in one day (16).

Dressing for castrates is estimated at 50-55%. The carcass weight is around 200-250 kg and fat 20-40 kg. The composition of camel meat is shown in table III (16).

Residual daily milk yield for the Alahshan breed averages 1.5-2.0 kg after suckling. The lactation period lasts 14-19 months.

### **Growth and development**

The newborn calves weigh 35 kg, i.e. 5-7% of the mature body weight. Male calves weigh slightly more than females. The early growth rate depends a lot on management and the dam nutritional status. The subsequent growth also depends very much on management, the environment and general climatic and vegetation conditions. The mature weight is not reached until 5 to 6 years of age. The growth and development patterns of the neonates are characterized by rapid growth from the third to fifth months, followed by a slow growth and an even slower growth before weaning. The weight increases gradually up to eight months after birth, but there is no significant growth at nine months mainly because of the grass shortage and cold weather during this period of the year (20).

### **■ XINGJIANG BACTRIAN CAMEL**

This breed is named after its habitat or locality and is distributed almost all over the Xingjiang region. This region is located in the center of the Asian continent and is divided by the Tian mountain into northern and southern parts. Xingjiang played an important role in camel transport on the ancient Silk Road. Nowadays, the Xingjiang Bactrian camel is considered to consist in two different types due to its vast distribution, geographical and climate variations, i.e. Northern Xingjiang and Southern Xingjiang types. The population for these two types is 160,000 (65% of the total population of Xingjiang camels) and around 80,000 for each of them (1, 4, 8, 9, 11, 20).

The Northern type is characterized by strong body conformation, a light and small head, short legs, apart and well-developed humps, a deep and broad chest, thick and dense wool coat. The wool color is light yellow in more than half of them (50.5%), brown (30.5%), dark red (15%) and milk-white (4%). The mean body weight is 582 kg for males and 479 kg for females. Males and castrates are slightly bigger than females (table IV). The average wool yield is higher for males (8.3 ± 1.59 kg) than for females (4.68 ± 1.1 kg) and net pure wool reaches 75% (16).

Table III

Meat compositions of the Alahshan breed

|      | Moisture (%) | Dry matter (%) |         |       |      |             |
|------|--------------|----------------|---------|-------|------|-------------|
|      |              | Absorbed water | Protein | Fat   | Ash  | Liver sugar |
| Mean | 57.25        | 4.67           | 80.96   | 5.21  | 4.44 | 4.80        |
| SE   | 4.63         | 0.67           | 2.73    | 3.40  | 0.23 | 1.60        |
| CV   | 8.01         | 13.63          | 3.38    | 65.30 | 5.23 | 33.39       |

SE = standard error

CV = coefficient of variation

Table IV

Body measurements of the Northern Xingjiang Bactrian camel

| Sex      | Num. | Height (cm) | Length (cm) | HG <sup>a</sup> (cm) | CC <sup>b</sup> (cm) | Length index <sup>c</sup> | HG index <sup>d</sup> | Trunk index <sup>e</sup> |
|----------|------|-------------|-------------|----------------------|----------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------------|
| Male     | 157  | 172.6       | 150.7       | 217.3                | 21.3                 | 87.0                      | 125.9                 | 144.8                    |
| Female   | 514  | 167.8       | 147.3       | 207.6                | 18.6                 | 87.8                      | 137.7                 | 140.9                    |
| Castrate | 58   | 178.2       | 158.2       | 231.8                | 22.3                 | 88.8                      | 130.1                 | 146.5                    |
| Average  | 729  | 172.87      | 152.07      | 218.9                | 20.73                | 87.86                     | 131.23                | 144.06                   |

<sup>a</sup> Heart girth<sup>b</sup> Cannon circumference<sup>c</sup> Length (cm) / height (cm) x 100%<sup>d</sup> Heart girth (cm) / height (cm) x 100%<sup>e</sup> Trunk length (cm) / height (cm) x 100%

The Southern type is characterized by a high body, long legs, a small head, straight nose, long neck, narrower trunk, light body and small humps. The wool color is buff in more than half of the population (55.9%), brown-red (24.2%), dark brown (13.0%) and cream (6.9%). Wool yields are  $6.57 \pm 1.12$  kg for males and  $4.83 \pm 0.83$  kg for females. The carcass weight is 200-250 kg for castrates, the fat from both humps is 20-30 kg. Body measurements and growth pattern for this type are shown in table V and figure 2 (16, 23).

## ■ SUNIT BACTRIAN CAMEL

The Sunit Bactrian camel is distributed in the desert area of inner Mongolia, mostly in the Sunit Left Banner, Sunit Right Banner and Wulanchabu Union between latitudes 41-45° N and longitudes 110-116° E, with a surface area of about 150,000 km<sup>2</sup> and an altitude of 1000-1500 m.

The climate is arid, windy with little rainfall, long sunshine hours and huge variations in day/night temperatures. The aridity gradually increases from southeast to northwest. The average annual rainfall is 140-220 mm, of which 70% occur in July-September. Cumulative snowfall is about 10 cm within a snow time period of 68-83 days. The annual evaporation is about 2200-2500 mm. The humidity is 0.15-0.3 and the annual relative humidity is 55-55%. The temperature in this area is lower than in other parts of the region (16).

### General conformation

This breed is characterized by good conformation, strong bones, well-developed muscles, thick and dense wool, a large body, long

trunk, deep and broad chest, big humps and heavy appearance. The coat color in this breed is brown-red (37.24%), buff (35.63%), brown (18.48%) and cream (8.65%). The Sunit Bactrian camel population in Xiling Gaole Union and Wulanchabu Union is about 65,000 (13, 14).

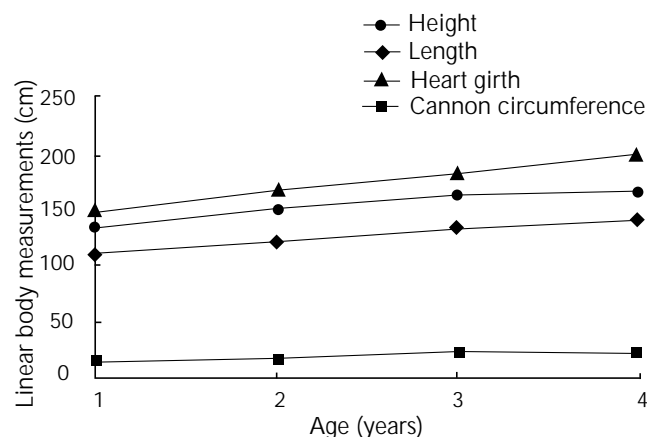


Figure 2 : Growth pattern of four linear body measurements in the Southern Xingjiang Bactrian camel.

**Body measurements**

Females of this breed are slightly smaller and lighter than males and castrates (table VI) (14) and Sunit Bactrian camels are bigger than other Bactrian breeds (table VII).

**Productivity**

The annual wool yields are different due to different shaving methods. The average yield is 4.5 kg if the wool is collected during its natural molting time, and 5.85 kg if it is collected with scissors (14).

The transport capacity for this breed is 150-200 kg and 250-300 kg for long and short distance transportation, respectively. Its running speed is 32 min 15 sec over a 12.5 km distance (14).

The carcass weight for this breed is 250-350 kg, with a maximum at 480 kg. The fat weighs at most 101 kg. Dressing is 55 to 61.44%. The mean meat production of the Sunit breed is higher than that of the Alahshan Bactrian breed (table VIII).

Residual daily milk yield is 1-1.5 kg after suckling. The lactation lasts 12-14 months. The milk contains 5.5% milk fat (14).

**Table V**

Body measurements of the Southern Xingjiang Bactrian camel

| Sex      | Num. | Height (cm) | Length (cm) | HG <sup>a</sup> (cm) | CC <sup>b</sup> (cm) | Length index <sup>c</sup> | HG index <sup>d</sup> | Trunk index <sup>e</sup> |
|----------|------|-------------|-------------|----------------------|----------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------------|
| Male     | 40   | 183.1       | 152.4       | 215.9                | 21.0                 | 84.1                      | 117.9                 | 141.7                    |
| Female   | 64   | 173.8       | 147.5       | 209.6                | 19.1                 | 84.9                      | 120.6                 | 142.1                    |
| Castrate | 19   | 180.0       | 155.2       | 220.1                | 20.7                 | 86.2                      | 122.3                 | 141.51                   |
| Average  | 123  | 178.97      | 151.7       | 215.2                | 20.27                | 85.07                     | 120.2                 | 41.77                    |

<sup>a</sup> Heart girth<sup>b</sup> Cannon circumference<sup>c</sup> Length (cm) / height (cm) x 100%<sup>d</sup> Heart girth (cm) / height (cm) x 100%<sup>e</sup> Trunk length (cm) / height (cm) x 100%**Table VI**

Body weight and measurements of the Sunit Bactrian camel

| Sex      | Num. | Weight (kg) | Height (cm) | Length (cm) | HG <sup>a</sup> (cm) | CC <sup>b</sup> (cm) | Length index <sup>c</sup> | HG index <sup>d</sup> | Trunk index <sup>e</sup> | CC index <sup>f</sup> |
|----------|------|-------------|-------------|-------------|----------------------|----------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|
| Male     | 84   | 738         | 174.9       | 155.7       | 239.7                | 24                   | 89.0                      | 137.0                 | 150.0                    | 13.7                  |
| Female   | 251  | 646         | 172.8       | 153.3       | 232.8                | 20.3                 | 88.7                      | 134.7                 | 151.0                    | 11.7                  |
| Castrate | 223  | 702         | 180.4       | 159.4       | 247.3                | 22.6                 | 88.4                      | 137.1                 | 155.0                    | 12.5                  |

<sup>a</sup> Heart girth<sup>b</sup> Cannon circumference<sup>c</sup> Length (cm) / height (cm) x 100%<sup>d</sup> Heart girth (cm) / height (cm) x 100%<sup>e</sup> Trunk length (cm) / height (cm) x 100%<sup>f</sup> Cannon circumference (cm) / height (cm) x 100%**Table VII**

Comparison of body measurements between Sunit and other Bactrian camels

| Breeds    | Num. | Height (cm) | Length (cm) | HG <sup>a</sup> (cm) | CC <sup>b</sup> (cm) | Length index <sup>c</sup> | HG index <sup>d</sup> | Trunk index <sup>e</sup> | CC index <sup>f</sup> |
|-----------|------|-------------|-------------|----------------------|----------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|
| Sunit     | 251  | 172.8       | 153.3       | 232.8                | 20.3                 | 88.7                      | 134.7                 | 151                      | 11.7                  |
| Alahshan  | 531  | 168.9       | 142.9       | 201                  | 18                   | 84.7                      | 119                   | 140                      | 10.6                  |
| Xingjiang | 48   | 166         | 144.9       | 211                  | 18.6                 | 87.3                      | 127.1                 | 145.5                    | 11.2                  |
| Hasake    | 732  | 170.4       | 150.3       | 216.4                | 19.7                 | 88.2                      | 126.9                 | 143.9                    | 11.6                  |
| Mongolian | 242  | 166.3       | 146.3       | 207.1                | 18.2                 | 88.1                      | 124.5                 | 141.4                    | 10.9                  |

<sup>a</sup> Heart girth<sup>b</sup> Cannon circumference<sup>c</sup> Length (cm) / height (cm) x 100%<sup>d</sup> Heart girth (cm) / height (cm) x 100%<sup>e</sup> Trunk length (cm) / height (cm) x 100%<sup>f</sup> Cannon circumference (cm) / height (cm) x 100%

Table VIII

Comparison of meat production between Sunit and Alahshan Bactrian camels

| Breeds   | Num. | Carcass |      | Net meat and fat |       | Fat  |      | Average live weight<br>kg | Bone:meat<br>ratio | Fat:meat<br>ratio |
|----------|------|---------|------|------------------|-------|------|------|---------------------------|--------------------|-------------------|
|          |      | kg      | %    | kg               | %     | kg   | %    |                           |                    |                   |
| Sunit    | 4    | 428     | 61.4 | 340.5            | 48.99 | 68.6 | 9.9  | 695.5                     | 1:4                | 1:3.9             |
| Alahshan | 11   | 249.1   | 56.7 | 177.5            | 40.4  | 16.9 | 3.68 | 439.4                     | 1:2.6              | 1:9.5             |

### Growth and development

Newborn calves weigh 37 kg, and their daily weight gain is 550-700 g up to 45 days after birth. Body measurements of males and females up to 5 years of age are shown in figures 3 and 4, respectively. The breed fertility is relatively low (42.8% with a maximum at 57.2%).

### ■ HEXI BACTRIAN CAMEL

The Hexi Bactrian camel is distributed mostly in the Hexi corridor of Gansu province. The geographical location of the Hexi corridor is at latitudes 37°19' to 42° N and longitudes 92°13' to 103°54' E.

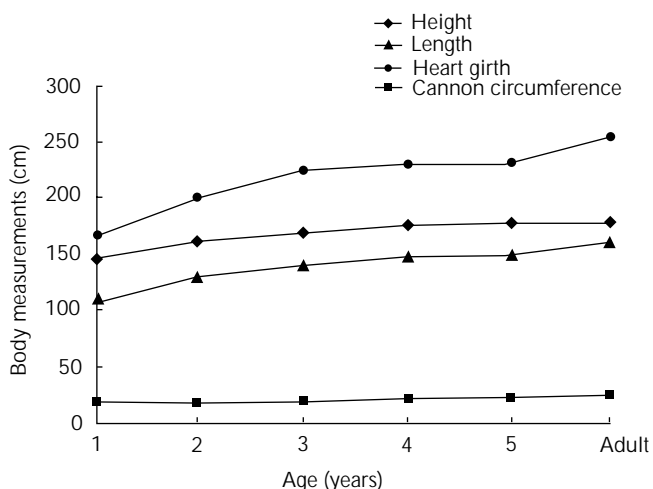


Figure 3 : Growth pattern of the male Sunit Bactrian camel.

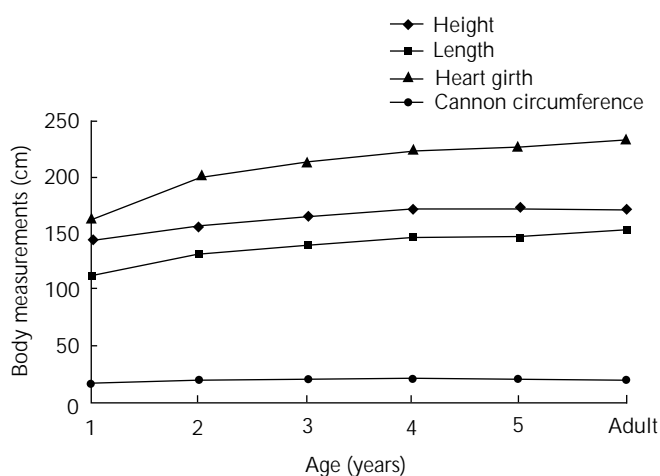


Figure 4 : Growth pattern of the female Sunit Bactrian camel.

The altitude range is 1000-2500 m above sea level. The area is surrounded in the northeast by the Grand Badanjilin and Grand Tengeli deserts, in the east by the Kumuda desert (3, 19).

### Conformation and development

The Hexi Bactrian camel is characterized by an average height, a strong compact body, well-developed muscles, a thick skin, long and strong neck, wide and deep chest, average developed humps, strong legs with big foot disks, a short croup and poor developed hind trunk. Males' average body weight is 410.56-448.85 kg, females' is 356.69-357.65 kg and castrates' is 405.67-461.93 kg (3, 19).

### Productivity

Wool yield of the Hexi Bactrian camel averages 3.33-6.45 kg, generally 4.67 kg for the castrates and 4.22 kg for the females. The variability in wool production between counties is low: 4-6 kg for males and 3.3-6.6 for females. Wool quality also varies between and within counties (table IX) (3). The wool production in Gansu province from 1978 to 1994 is shown in comparison with other wool products such as sheep wool, goat wool and goat mohair in figure 5. It can be seen from the figure that during that time, with changes in Chinese agricultural policy (provincial autonomy), camel wool had and still has an impact on the provinces' economy.

The Hexi Bactrian camel is the main working animal in the area, mostly used as a draft or pack animal. When used for drafting it can plough about 0.3 ha per day, when used for transporting it can move at about 15 km/h. A camel can transport about 150-200 kg and cover about 30 to 40 km per day.

Dressing of the Hexi Bactrian camel is about 51% and net meat 35.7%.

A female Hexi Bactrian camel produces about 0.5-2 kg of milk with 5.3% milk fat and the lactation period is 14-17 months.

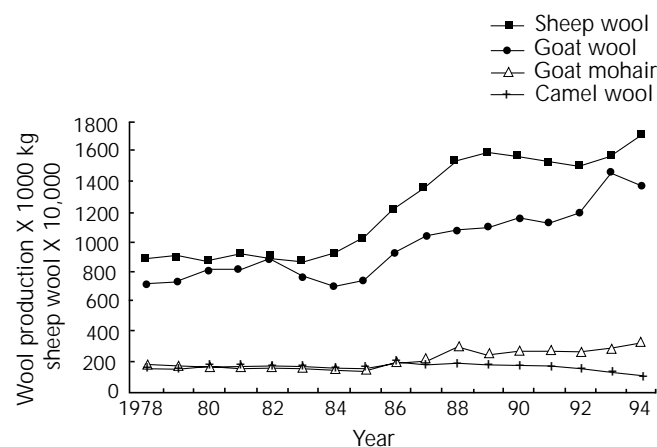


Figure 5 : Wool production in Gansu province from 1978 to 1994.

Table IX  
Wool quality of the Hexi Bactrian camel

| Age   | Sex    | Area    | Num. | Depth of fur coat |      | Length of fiber |      | Density |        | Net wool % |       |
|-------|--------|---------|------|-------------------|------|-----------------|------|---------|--------|------------|-------|
|       |        |         |      | Mean              | SE   | Mean            | SE   | Mean    | SE     | Mean       | SE    |
| 1     | Male   | Anxi    | 9    | 6.22              | 0.25 | 9.29            | 1.89 | 3936.44 | 561.19 | 83.14      | 5.47  |
|       |        | Minqing | 6    | 5.25              | 0.69 | 9.39            | 1.19 | 2703.05 | 640.88 | 82.10      | 5.21  |
|       | Female | Anxi    | 6    | 6.75              | 0.56 | 11.25           | 1.29 |         |        | 82.95      | 4.46  |
|       |        | Minqing | 6    | 5.08              | 0.60 | 7.08            | 0.61 |         |        | 77.05      | 12.6  |
| 2.5   | Male   | Anxi    | 8    | 6.94              | 1.07 | 9.5             | 1.12 | 3491.14 | 281.85 | 83.55      | 5.17  |
|       |        | Minqing | 9    | 5.94              | 1.44 | 3.28            | 1.84 | 2684.01 | 427.61 | 79.69      | 7.04  |
|       | Female | Anxi    | 9    | 6.72              | 1.18 | 10.56           | 2.06 |         |        | 85.02      | 4.52  |
|       |        | Minqing | 8    | 5.06              | 0.58 | 7.69            | 2.06 |         |        | 84.46      | 6.31  |
| Adult | Male   | Anxi    | 6    | 5.76              | 1.16 | 9.17            | 1.57 | 3841.10 | 643.92 | 75.23      | 14.91 |
|       |        | Minqing | 6    | 5.16              | 0.38 | 8.17            | 1.07 |         |        | 74.03      | 15.06 |

## CONCLUSION

Although the Chinese Bactrian camel is scattered in usually limited areas and there are few socioeconomic differences between various breeds and types, obvious variations in its genetic structure have been observed under comprehensive factors such as the unique natural and social ecological environment and the artificial selection. According to the available data, there is a rich multi-level Chinese camel genetic diversity with regard to its body type, appearance, blood protein, chromosomal characteristics and DNA molecule, which are the material bases for the sustainable development of camel husbandry. Research, especially at the DNA level, protection and utilization of camel genetic diversity are still little developed, compared to those of other kinds of livestock. Therefore, more research in the Chinese camel genetic diversity, especially at the DNA level, are essential to further develop protection and utilization of camel genetic resources.

## REFERENCES

1. Animal production in Xinjiang, 1964. New York, NY, USA, Academic Press.
2. AORBU Z., 1988. Alahshan Bactrian camel. Huhehaote, Inner Mongolia, China, Inner Mongolian Science and Technology Press, p. 1-29.
3. CHEN Q.G., 1988. Ecological studies on the Hexi Bactrian camel. Ms Thesis, Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu, China, p. 1-96.
4. DONG D.K., 1964. Survey of camel husbandry in Chaidamu district. *Chin. J. Anim. Sci.*, **1**: 24-26.
5. HE X.M., 1983. The Camel. In: Chinese Counc. Camel Breeding, Donghuang, Gansu, June 20-25, 1983, p. 58-74.
6. LI H.L., 1990. Wool quality of different body parts of Bactrian camel. In: Proc. 6th Chin. Camel Workshop, Yinchuan, Ningxia Hui Autonomous Region, October 20-26, 1990.
7. LI H.L., 1990. Physical and chemical characters of the under fur of Bactrian camel. In: Proc. 6th Chin. Camel Workshop, Yinchuan, Ningxia Hui Autonomous Region, October 20-26, 1990.
8. LI X.R., 1984. Feeding and management of camel in Chaidamu district. *Gansu J. Anim. Sci. vet. Med.*, Special issue on camel: 28-33.
9. LIANG D.K., 1961. Xingjiang camel. *J. August 1st agric. Coll.*, **2**: 48-56.
10. LIANG C.L., ZHANG L.J., TIAN S.Y., BAI D.B., 1980. Hair coat of Bactrian camel. *Livest. Improv. Inner Mongolia*, **6**: 70-110.
11. RUI S.R., 1980. History of camel development in China. *Livest. Improv. Inner Mongolia*, **6**: 17-29.
12. RUI S.R., 1981. Relation between the characters of body type and productivity in the Bactrian camel. *Xinjiang Anim. Sci. Technol.*, **4**: 21-25.
13. RUI S.R., 1986. On the preservation and utilization of Chinese Bactrian camel species. *Qianhai J. Anim. Sci. vet. Med.*, Special issue: 14-17.
14. RUI S.R., CHEN Z., LI R.H., 1984. Changes of physiological indexes and behaviour of the camel under starvation and thirst. *Gansu J. Anim. Sci. vet. Med.*, Special issue on camel: 33-34.
15. SU X.S., 1989. Hair coat chatters and ecological environment of Bactrian camel. *News. Ningxia Anim. Husb.*, **2**: 47-58.
16. SU X.S., 1990. Camel husbandry, 2nd ed. Beijing, China, Agricultural Press, p. 58-70.
17. TIAN S.Y., 1989. Running speed of camel. *News. Ningxia Anim. Husb.*, **2**: 35-36.
18. TIAN S.Y., ZHANG Y.Q., HAN L.H., 1989. Effect of supplement of urea on the weight gain of Bactrian camel. *News. Ningxia Anim. Husb.*, **2**: 36-37.
19. WEN H., 1986. Research reports of Hexi Bactrian camel breeding from 1982-1984. *Qinghai J. Anim. Sci. vet. Med.*, Special issue: 29-43.
20. XUE H.W., ZHANG Y.K., ZHAO X.X., 1997. Growth and development pattern of the neonate Bactrian camel (*Camelus bactrianus*): An analysis of linear body measurement. *J. Camel Pract. Res.*, **4**: 61-65.
21. YANG X.X., 1989. Ecological behaviour of the Bactrian camel. *News. Ningxia Anim. Husb.*, **2**: 56-58.
22. ZHAO X.X., 1995. Ecophysiology and reproduction in the camelidae. Lanzhou, Gansu, China, Gansu Science and Technology Press.
23. ZHOU W.Y., ZHAO T.Z., 1984. Studies on growth and productivity of the Bactrian camel in Xingjiang. *Gansu J. Anim. Sci. vet. Med.*, Special issue on camel: 22-24.

Reçu le 16.11.97, accepté le 18.1.99

**Résumé**

**Zhao X.X.** Types et races de chameau de Bactriane (*Camelus bactrianus*) en Chine

Le chameau de Bactriane (*Camelus bactrianus*) est une espèce importante au regard de l'activité de l'élevage en Chine. Malgré cela, elle reste insuffisamment connue en ce qui concerne les diverses races et types spécialisés utilisés. Le chameau de Bactriane est un animal à multi-usage principalement utilisé à des fins de production de fibres textiles, pour sa force de transport et de traction et, en dernier lieu, pour son lait et sa viande, une exploitation qui respecte le fragile équilibre écologique. Les classifications actuelles ont surtout été faites à partir de la situation géographique des animaux. L'article présente d'importantes informations sur les types et les races d'animaux distincts, leur environnement d'élevage, leur population, leur distribution géographique, leur conformation, leur caractérisation biométrique et leur productivité. Pour améliorer la production des chameaux et élaborer une stratégie de conservation, il est devenu essentiel et urgent d'affiner la caractérisation des races, des types et des populations par rapport à leurs caractéristiques morphologiques, leur niveau de production et leur différenciation génétique.

**Mots-clés :** *Camelus bactrianus* - Chameau d'Asie - Race - Conformation animale - Distribution géographique - Productivité - Chine.

**Resumen**

**Zhao X.X.** Tipos y razas de camello Bactriano chino (*Camelus bactrianus*)

El camello Bactriano (*Camelus bactrianus*) es una importante especie doméstica en China. Sin embargo, no se conoce lo suficiente sobre las diversas razas y tipos especializados. Los camellos Bactrianos son animales multipropósito, utilizados principalmente como productores de fibra y transporte o carga, proporcionando leche y carne como producto terciario, sin disrupción de un frágil ecosistema. Las clasificaciones actuales se basan principalmente en las localizaciones geográficas. El presente artículo introduce información importante para la distinción de los tipos y razas de camello en China, su medio ecológico, población, distribución, conformación, medidas corporales y productividad. Para el mejoramiento de la productividad y la estrategia de conservación del camello, debe darse, urgentemente, un énfasis a la caracterización de las razas, tipos y población, con especial interés en la morfología, niveles actuales de producción y diferenciación genética.

**Palabras clave:** *Camelus bactrianus* - Camello Bactriano - Raza - Conformación animal - Distribución geográfica - Productividad - China.

## ■ Index 1998 des auteurs

---

- Abu-Ajamijeh H.  
n°1 p.5-9
- Afaleq A.I.  
n°1 p.81-86
- Afema J.  
n°2 p.101-105
- Agonyissa D.  
n°3 p.239-246
- Akasheh R.  
n°1 p.5-9
- Al-Dughaym A.M.  
n°1 p.81-86
- Altintas A.  
n°1 p.75-79
- Amanfu W.  
n°3 p.189-193
- Anasweh O.  
n°1 p.5-9
- Arbelot B.  
n°4 p.293-296
- Atrax C.  
n°1 p.21-23
- Bâ H.  
n°3 p.207-210
- Bada Algom O.  
n°4 p.293-296
- Bani-Younis E.  
n°1 p.5-9
- Baumann M.P.O.  
n°2 p.101-105
- Bayemi P.H.  
n°1 p.25-28
- Belem A.M.G.  
n°1 p.87-93
- Belemsobgo U.  
n°3 p.265-272
- Bengaly Z.  
n°3 p.225-229
- Bengoumi M.  
n°4 p.277-281
- Benkirane A.  
n°3 p.189-193
- Berrada J.  
n°4 p.277-281
- Bessin R.  
n°1 p.87-93
- Biaou C.  
n°4 p.293-296
- Blomme S.  
n°3 p.265-272
- Bonfoh B.  
n°1 p.63-67
- Bonou M.  
n°2 p.131-133
- Bouchel D.  
n°4 p.335-343
- Boussini H.  
n°1 p.87-93
- Boye C.  
n°1 p.69-73
- Bzour N.  
n°1 p.5-9
- Camara B.  
n°2 p.165-172
- Camus E.  
n°4 p.282
- Cardinale E.  
n°4 p.293-296
- Celik S.  
n°1 p.75-79
- Cevik M.Z.  
n°1 p.75-79
- Chardonnet Ph.  
n°2 p.173-181
- Chrysostome C.  
n°2 p.131-133
- Clausen P.-H.  
n°1 p.5-9
- Compaore Z.  
n°1 p.87-93



- Contrepois M.  
n°3 p.195-200
- Corniaux C.  
n°3 p.231-238
- Coulibaly E.  
n°1 p.37-45
- Coulibaly Z.  
n°1 p.37-45
- Dávila A.M.R.  
n°1 p.29-35
- Dayon J.F.  
n°4 p.293-296
- De Garine-Wichatitsky M.  
n°3 p.265-272
- De Lafarge F.  
n°4 p.277-281
- Del Fava C.  
n°4 p.289-292
- Delpech P.  
n°2 p.131-133
- Dembele M.A.  
n°1 p.87-93
- De Rycke J.  
n°3 p.195-200
- Diack A.  
n°3 p.211-218
- Diaite A.  
n°2 p.127-129
- Diarra A.  
n°1 p.37-45
- Diarra M.  
n°1 p.37-45
- Diaw O.T.  
n°2 p.113-120, n°4 p.321-325
- Dieng Kh.  
n°4 p.321-325
- Dieye T.Nd.  
n°2 p.127-129
- Diop P.E.H.  
n°1 p.69-73
- Diouf A.  
n°2 p.113-120
- Djiteye A.  
n°1 p.37-45
- Djoko D.  
n°3 p.259-263
- Drabile D.C.  
n°4 p.311-315
- Duchateau L.  
n°2 p.123-126
- Duteurtre G.  
n°3 p.247-257, n°3 p.258
- Duvallet G.  
n°3 p.225-229
- Ebangi A.L.  
n°4 p.327-334
- Ekue F.N.  
n°1 p.25-28
- Fall A.  
n°1 p.69-73
- Fall B.  
n°2 p.165-172
- Fall R.  
n°1 p.69-73
- Faye A.  
n°1 p.69-73
- Faye B.  
n°2 p.135-146, n°2 p.147-154,  
n°4 p.277-281
- Faye L.  
n°1 p.69-73
- Féron E.  
n°3 p.265-272
- Formunyam R.  
n°3 p.259-263
- Foua Bi K.  
n°1 p.37-45
- Fourrier J.-C.  
n°4 p.282
- Ganaba R.  
n°3 p.225-229
- Geerts S.  
n°3 p.207-210, n°4 p.297-304

- Geiger R.  
n°3 p.189-193
- Gervelmeyer A.  
n°1 p.5-9
- Girio R.J.S.  
n°4 p.289-292
- Gouteux J.P.  
n°4 p.317-319
- Grongnet J.F.  
n°4 p.283-288
- Gueye A.  
n°2 p.127-129
- Hallouis J.M.  
n°1 p.55-61
- Hidane K.  
n°4 p.277-281
- Homeida A.M.  
n°1 p.81-86
- Imele H.  
n°3 p.259-263
- Juanès X.  
n°2 p.135-146
- Kaboret Y.  
n°1 p.87-93, n°4 p.293-296,  
n°4 p.321-325
- Kadanga A.K.  
n°1 p.63-67
- Kageruka P.  
n°3 p.219-224, n°4 p.297-304,  
n°4 p.305-310
- Kameni A.  
n°3 p.259-263
- Katabazi B.K.  
n°4 p.311-315
- Kazadi J.M.  
n°3 p.219-224, n°4 p.297-304,  
n°4 p.305-310
- Keng A.  
n°1 p.11-15
- Khanna N.D.  
n°2 p.147-154
- Kulu I.N.D.  
n°1 p.11-15
- Lancelot R.  
n°2 p.135-146
- Laval G.  
n°2 p.147-154
- Le Bel S.  
n°2 p.173-181, n°3 p.231-238
- Lessire M.  
n°1 p.55-61
- Lo M.  
n°2 p.127-129
- Losson B.  
n°3 p.219-224, n°4 p.297-304,  
n°4 p.305-310
- Ly C.  
n°2 p.165-172
- Ly O.  
n°1 p.69-73
- Magona J.W.  
n°4 p.311-315
- Maliboungou J.C.  
n°1 p.55-61
- Masupu K.V.  
n°3 p.189-193
- Mathias L.A.  
n°4 p.289-292
- Mattei Gentili F.  
n°3 p.201-205
- Mayende J.S.P.  
n°4 p.311-315
- Mbaye M.  
n°1 p.69-73
- Mendes J.L.X.  
n°3 p.201-205
- Messine O.  
n°1 p.11-15
- Meyer C.  
n°3 p.247-257
- Missohou A.  
n°1 p.63-67
- Mohamed Ou Said A.  
n°3 p.195-200

- Moloo S.K.  
n°1 p.37-45, n°3 p.211-218
- Monreal G.  
n°1 p.5-9
- Musa M.T.  
n°2 p.109-111
- Nakavuma J.  
n°2 p.101-105
- Nakounne E.  
n°1 p.21-23
- Ndi C.  
n°1 p.25-28
- Ndiaye C.M.  
n°2 p.165-172
- Ndiaye M.  
n°2 p.135-146
- N'Diaye Th.  
n°4 p.321-325
- N'Diaye-Wereme A.  
n°4 p.283-288
- Nfi A.N.  
n°1 p.25-28
- Ngangnou A.  
n°1 p.11-15
- Ngo Tama A.C.  
n°4 p.335-343
- Nianogo A.J.  
n°4 p.283-288
- Njoya A.  
n°4 p.335-343
- Okoth J.O.  
n°4 p.311-315
- Okuna N.M.  
n°4 p.311-315
- Oloffs A.  
n°2 p.101-105
- Omollo P.  
n°4 p.311-315
- Ouattara I.  
n°1 p.37-45
- Pampiglione C.  
n°3 p.201-205
- Pampiglione S.  
n°3 p.201-205
- Pearson R.A.  
n°2 p.155-163
- Peregrine A.S.  
n°3 p.211-218
- Perl S.  
n°2 p.121-122
- Pérochon L.  
n°2 p.135-146
- Planchenault D.  
n°4 p.335-343
- Pohl P.  
n°3 p.195-200
- Rakoto-Andrianarivelo M.  
n°1 p.17-20
- Rakotoharinadrasana H.T.  
n°1 p.17-20
- Ramirez L.  
n°1 p.29-35
- Rivasi F.  
n°3 p.201-205
- Rochdi M.  
n°4 p.277-281
- Salas M.  
n°2 p.173-181
- Samara S.I.  
n°4 p.289-292
- Sarr Y.  
n°2 p.113-120, n°4 p.321-325
- Sarrailh J.M.  
n°3 p.231-238
- Sawadogo L.  
n°4 p.283-288
- Sediadie S.  
n°3 p.189-193
- Seye M.  
n°2 p.113-120, n°4 p.321-325
- Seye M.Mb.  
n°4 p.321-325
- Sidibe I.  
n°3 p.225-229

Silva R.A.M.S.  
n°1 p.29-35

Sinsin B.  
n°3 p.239-246

Sow A.M.  
n°1 p.69-73

Sraïri M.T.  
n°1 p.47-54

Staak C.  
n°1 p.5-9

Tafira J.K.  
n°3 p.265-272

Tamboura H.  
n°4 p.283-288

Tanya V.N.  
n°1 p.11-15

Thiaucourt F.  
n°3 p.189-193

Thiongane Y.  
n°2 p.113-120, n°2 p.127-129

Tillard E.  
n°2 p.135-146

Torrele G.  
n°4 p.297-304

Traoré D.  
n°1 p.37-45

Trentini M.  
n°3 p.201-205

Vall E.  
n°2 p.155-163, n°4 p.327-334

Van den Bossche P.  
n°2 p.123-126

Van Hees J.  
n°4 p.305-310

Vassiliades G.  
n°2 p.113-120, n°2 p.127-129

Vely M.  
n°4 p.282

Vincent J.  
n°1 p.21-23

Xu Bing An  
n°2 p.131-133

Yeruham I.  
n°2 p.121-122

Zeller H.G.  
n°1 p.17-20

Zhao X.X.  
n°4 p.345-352

Zoyem N.  
n°1 p.11-15

## ■ Index 1998 des mots-clés

ABATTOIR  
n°1 p.17-20

AEPYCEROS MELAMPUS  
n°3 p.265-272

AGNEAU  
n°1 p.47-54

ALIMENTATION  
n°1 p.55-61

AMBLYOMMA  
n°4 p.282

AMBLYOMMA VARIEGATUM  
n°1 p.25-28

AMINE-OXYDASE  
n°1 p.75-79

ANALYSE COUT AVANTAGE  
n°2 p.165-172

ANDOUILLER  
n°2 p.173-181

ANE  
n°2 p.155-163, n°4 p.327-334

- ANIMAL DE LABORATOIRE  
n°2 p.127-129
- ANIMAL DE TRAIT  
n°2 p.155-163, n°4 p.327-334
- ANIMAL SAUVAGE  
n°3 p.265-272
- ANTHELMINTHIQUE  
n°3 p.207-210
- ANTICORPS  
n°1 p.5-9, n°1 p.11-15
- ANTICORPS MONOCLONAL  
n°1 p.21-23
- APTITUDE AU TRAVAIL  
n°2 p.155-163
- ATTELAGE  
n°2 p.165-172
- ATTRACTIF  
n°4 p.317-319
- AZOTE  
n°1 p.47-54
- BACTERIOSE  
n°1 p.25-28, n°2 p.109-111, n°4 p.282
- BANQUE DE DONNEES  
n°2 p.135-146
- BARRAGE  
n°2 p.113-120
- BENZIMIDAZOLE  
n°3 p.207-210
- BEURRE  
n°3 p.247-257, n°3 p.258
- BIOMASSE  
n°3 p.239-246
- BOUC  
n°1 p.75-79
- BOVIN  
n°1 p.11-15, n°1 p.17-20, n°1 p.21-23,  
n°1 p.25-28, n°2 p.101-105, n°2 p.113-120,  
n°2 p.121-122, n°2 p.123-126,  
n°2 p.127-129, n°2 p.155-163,  
n°3 p.195-200, n°3 p.211-218,  
n°3 p.225-229, n°3 p.239-246, n°4 p.282,  
n°4 p.311-315, n°4 p.335-343
- BOVIN N'DAMA  
n°1 p.69-73
- BOVIN JERSIAIS  
n°1 p.69-73
- BREBIS ALLAITANTE  
n°1 p.47-54
- BRONCHITE INFECTIEUSE  
n°1 p.5-9
- BRUCELLA ABORTUS  
n°2 p.101-105
- BRUCELLOSE  
n°2 p.101-105, n°4 p.289-292
- BUBALUS BUBALIS  
n°4 p.289-292
- BUFFLE  
n°4 p.289-292
- CAJANUS CAJAN  
n°2 p.131-133
- CALLIANDRA CALOTHYRSUS  
n°3 p.231-238
- CAMELUS BACTRIANUS  
n°4 p.345-352
- CAPACITE DE CHARGE  
n°3 p.239-246
- CAPRIN  
n°1 p.75-79, n°2 p.101-105,  
n°2 p.109-111, n°2 p.113-120,  
n°2 p.127-129, n°2 p.135-146,  
n°3 p.207-210, n°3 p.259-263,  
n°4 p.283-288
- CERVIDAE  
n°2 p.173-181, n°3 p.231-238
- CERVUS TIMORENSIS RUSSA  
n°2 p.173-181, n°3 p.231-238
- CHAMEAU  
n°1 p.81-86, n°2 p.147-154,  
n°4 p.277-281
- CHAMEAU D'ASIE  
n°4 p.345-352
- CHARRETTE  
n°2 p.165-172
- CHEVAL  
n°2 p.155-163, n°2 p.165-172
- CHEVRE ANGORA  
n°1 p.75-79

|   |   |
|---|---|
| CHEVREAU NAIN MOSSI<br>n°4 p.283-288  | DESHYDRATATION<br>n°4 p.277-281               |
| CLASSIFICATION<br>n°2 p.147-154   | DETECTION DE L'ŒSTRUS<br>n°1 p.69-73          |
| COLOSTRUM<br>n°4 p.283-288  | DIAGNOSTIC<br>n°1 p.5-9, n°4 p.321-325        |
| COMMERCIALISATION<br>n°3 p.258  | DIARRHEE<br>n°3 p.195-200, n°4 p.277-281      |
| COMPLEMENT ALIMENTAIRE<br>n°1 p.47-54   | DIMENSION<br>n°1 p.29-35                      |
| COMPLEMENTATION<br>n°4 p.335-343  | DISPOSITIF EXPERIMENTAL<br>n°4 p.317-319      |
| COMPOSITION<br>n°3 p.247-257  | DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE<br>n°4 p.345-352    |
| COMPOSITION CHIMIQUE<br>n°1 p.55-61   | DROMADAIRE<br>n°2 p.147-154                   |
| CONDUITE D'ELEVAGE<br>n°2 p.155-163, n°3 p.239-246                                  | DURABILITE<br>n°3 p.265-272                   |
| CONFORMATION ANIMALE<br>n°1 p.29-35, n°3 p.201-205,<br>n°4 p.327-334, n°4 p.345-352 | ECONOMIE<br>n°3 p.258                         |
| CONSOMMATION<br>n°3 p.258   | EFFET SECONDAIRE<br>n°1 p.81-86               |
| CONTROLE DE MALADIES<br>n°1 p.17-20   | EPIDEMIOLOGIE<br>n°2 p.113-120, n°3 p.201-205 |
| CORYNEBACTERIUM<br>PSEUDOTUBERCULOSIS<br>n°2 p.109-111                              | ESCHERICHIA COLI<br>n°3 p.195-200             |
| COWDRIA<br>n°1 p.25-28, n°4 p.282   | EVALUATION<br>n°2 p.155-163                   |
| CUIVRE<br>n°1 p.75-79   | FABRICATION FROMAGERE<br>n°3 p.259-263        |
| CYCLE DE DEVELOPPEMENT<br>n°3 p.219-224   | FACTEUR DE CROISSANCE<br>n°4 p.335-343        |
| CYCLE ŒSTRAL<br>n°1 p.69-73   | FACTEUR DU MILIEU<br>n°1 p.87-93              |
| DELTA<br>n°2 p.113-120  | FASCIOLA GIGANTICA<br>n°2 p.113-120           |
| DELTAMETHRINE<br>n°1 p.37-45, n°2 p.123-126   | FLUORESCENCE<br>n°1 p.5-9                     |
| DERMATITE<br>n°2 p.121-122  | FORET CLAIRE<br>n°3 p.239-246                 |
|   | FROMAGE<br>n°3 p.247-257                      |

- GAIN DE POIDS  
n°1 p.47-54
- GENRE HUMAIN  
n°1 p.17-20, n°3 p.201-205
- GESTION  
n°3 p.231-238
- GLOSSINA  
n°2 p.123-126, n°4 p.297-304
- GLOSSINA FUSCIPES FUSCIPES  
n°4 p.311-315, n°4 p.317-319
- GLOSSINA MORSITANS CENTRALIS  
n°3 p.211-218
- GLOSSINA MORSITANS MORSITANS  
n°3 p.219-224
- GLOSSINA PALPALIS GAMBIENSIS  
n°1 p.37-45, n°4 p.305-310
- HISTOPATHOLOGIE  
n°3 p.201-205
- HOTE  
n°1 p.29-35
- HYGIENE  
n°4 p.293-296
- IMMUNITE PASSIVE  
n°1 p.11-15, n°4 p.283-288
- IMMUNOGLOBULINE  
n°1 p.21-23, n°4 p.283-288
- IMMUNOLOGIE  
n°1 p.11-15
- INFECTION EXPERIMENTALE  
n°2 p.127-129, n°3 p.211-218,  
n°4 p.297-304, n°4 p.305-310
- INTERVALLE ENTRE PARTURITIONS  
n°1 p.63-67
- JAUNE D'ŒUF  
n°1 p.5-9
- JEUNE ANIMAL  
n°4 p.277-281
- LAC  
n°2 p.113-120
- LAIT  
n°3 p.247-257, n°3 p.258, n°3 p.259-263
- LIGNEE BOBO-DIOULASSO  
n°4 p.305-310
- LIGNEE MAISONS-ALFORT  
n°4 p.305-310
- LUTTE ANTI-INSECTE  
n°1 p.37-45, n°2 p.123-126,  
n°4 p.311-315
- LYMPHADENITE  
n°2 p.109-111
- MALADIE DE GUMBORO  
n°1 p.5-9, n°4 p.293-296
- MALADIE DE NEWCASTLE  
n°1 p.5-9
- MARCHE  
n°3 p.258
- MATERIEL DE LUTTE  
ANTIPARASITAIRE  
n°4 p.311-315
- MATIERE PREMIERE  
n°1 p.55-61
- MEDICAMENT  
n°1 p.81-86
- MENSURATION CORPORELLE  
n°4 p.327-334
- METABOLISME  
n°4 p.277-281
- METASTIGMATA  
n°4 p.282
- METHODE D'APPLICATION  
n°2 p.123-126
- METHODE D'ELEVAGE  
n°2 p.147-154
- METHODE STATISTIQUE  
n°3 p.247-257
- MODELE  
n°2 p.135-146
- MORBIDITE  
n°2 p.109-111, n°3 p.225-229,  
n°4 p.293-296
- MORTALITE  
n°1 p.63-67, n°1 p.87-93, n°4 p.335-343
- MOUTON DJALLONKE  
n°1 p.63-67

MYCOPLASMA MYCOIDES  
n°3 p.189-193

NEMATODA  
n°3 p.207-210

NEUTRALISATION  
n°1 p.11-15

NUMIDA MELEAGRIS  
n°1 p.87-93

OVIN  
n°1 p.63-67, n°2 p.101-105,  
n°2 p.109-111, n°2 p.113-120,  
n°2 p.135-146, n°3 p.207-210,  
n°4 p.321-325

OVIN SARDI  
n°1 p.47-54

PAILLE  
n°1 p.47-54

PARAMPHISTOMUM SP.  
n°2 p.113-120

PATURAGE  
n°3 p.239-246

PELODERA STRONGYLOIDES  
n°2 p.121-122

PERFORMANCE ANIMALE  
n°2 p.155-163

PERFORMANCE DE REPRODUCTION  
n°1 p.63-67

PERIPNEUMONIE CONTAGIEUSE  
BOVINE  
n°3 p.189-193

PESTE BOVINE  
n°1 p.11-15

PIEGE  
n°1 p.37-45, n°4 p.311-315,  
n°4 p.317-319

PINTADE  
n°1 p.87-93, n°2 p.131-133

PLANTATION  
n°3 p.231-238

POIDS A LA NAISSANCE  
n°4 p.335-343

PORCIN  
n°3 p.201-205

POULE PONDEUSE  
n°1 p.5-9

POULET  
n°2 p.131-133

PRODUCTION  
n°3 p.258

PRODUCTION ANIMALE  
n°2 p.173-181

PRODUCTIVITE  
n°2 p.135-146, n°4 p.345-352

PRODUIT LAITIER  
n°3 p.247-257, n°3 p.258

PROGESTERONE  
n°1 p.69-73

QUALITE  
n°3 p.258

RACE  
n°4 p.345-352

RAT  
n°4 p.297-304

REACTION D'AGGLUTINATION  
n°2 p.101-105

REACTION DE FIXATION DU  
COMPLEMENT  
n°2 p.101-105, n°4 p.289-292

RENDEMENT  
n°3 p.247-257

RESISTANCE AUX PRODUITS  
CHIMIQUES  
n°3 p.207-210, n°3 p.211-218

RHABDITIDE  
n°2 p.121-122

SAISON HUMIDE  
n°1 p.87-93, n°4 p.282

SANTE ANIMALE  
n°2 p.135-146

SAVANE  
n°3 p.239-246

SCHISTOSOMA BOVIS  
n°2 p.113-120, n°4 p.321-325

SCHISTOSOMA CURASSONI  
n°4 p.321-325



- SCHISTOSOMOSE  
n°4 p.321-325
- SERUM SANGUIN  
n°1 p.75-79
- SITE  
n°3 p.219-224
- SOURIS  
n°2 p.127-129
- SOUS-PRODUIT LAITIER  
n°3 p.247-257
- SPECIFICITE  
n°3 p.189-193
- SYMPTOME  
n°3 p.201-205
- SYNCHRONISATION DE L'ŒSTRUS  
n°1 p.69-73
- SYSTEME D'INFORMATION  
n°2 p.135-146
- TAILLE DE LA PORTEE  
n°1 p.63-67
- TAUREAU  
n°2 p.121-122
- TAUX DE NATALITE  
n°1 p.63-67
- TECHNIQUE D'ELEVAGE  
n°1 p.87-93
- TENEUR EN AZOTE  
n°2 p.173-181
- TENEUR EN CENDRES  
n°2 p.173-181
- TENEUR EN EAU  
n°2 p.173-181
- TENEUR EN LIPIDES  
n°2 p.173-181
- TEST ELISA  
n°3 p.189-193, n°4 p.321-325
- THERAPEUTIQUE  
MEDICAMENTEUSE  
n°4 p.311-315
- TOXICITE  
n°1 p.81-86, n°3 p.195-200
- TRAITEMENT  
n°3 p.258
- TRAITEMENT D'ALIMENTS  
POUR ANIMAUX  
n°1 p.47-54
- TRANSMISSION DES MALADIES  
n°1 p.17-20, n°2 p.127-129,  
n°3 p.211-218
- TRANSPORT  
n°2 p.165-172
- TRYPANOSOMA  
n°4 p.297-304, n°4 p.311-315
- TRYPANOSOMA BRUCEI BRUCEI  
EATRO 1125  
n°4 p.305-310
- TRYPANOSOMA CONGOLENSIS  
n°3 p.211-218, n°3 p.219-224,  
n°3 p.225-229
- TRYPANOSOMA VIVAX  
n°1 p.29-35, n°2 p.127-129,  
n°3 p.225-229
- TRYPANOSOMOSE  
n°2 p.123-126, n°4 p.311-315
- TUNGA PENETRANS  
n°3 p.201-205
- UNITE MOBILE  
n°3 p.265-272
- UREE  
n°1 p.47-54
- VACCINATION  
n°1 p.11-15, n°4 p.293-296
- VALEUR ECONOMIQUE  
n°2 p.165-172
- VALEUR ENERGETIQUE  
n°1 p.55-61, n°2 p.131-133
- VALEUR NUTRITIVE  
n°1 p.55-61
- VARIATION SAISONNIERE  
n°1 p.75-79
- VEAU  
n°1 p.11-15, n°3 p.195-200,  
n°4 p.335-343
- VECTEUR DE MALADIE  
n°4 p.297-304, n°4 p.305-310

VEHICULE A TRACTION ANIMALE

n°2 p.165-172

VIANDE DE GIBIER

n°3 p.265-272

VIRUS DE LA FIEVRE DE LA VALLEE

DU RIFT

n°1 p.17-20

VOLAILLE

n°1 p.5-9, n°1 p.55-61, n°4 p.293-296

ZEBU

n°1 p.21-23

ZONE URBAINE

n°2 p.165-172

ZOONOSE

n°1 p.17-20

## ■ Index 1998 géographique

---

AFRIQUE

n°3 p.247-257

AFRIQUE AU SUD DU SAHARA

n°2 p.155-163

AFRIQUE CENTRALE

n°3 p.259-263, n°4 p.335-343

ALGERIE

n°3 p.195-200

AMERIQUE

n°1 p.29-35

BENIN

n°3 p.239-246

BOTSWANA

n°3 p.189-193

BRESIL

n°4 p.289-292

BURKINA FASO

n°1 p.87-93, n°3 p.225-229,  
n°4 p.283-288

CAMEROUN

n°1 p.11-15, n°1 p.25-28, n°3 p.259-263,  
n°4 p.327-334, n°4 p.335-343

CHINE

n°4 p.345-352

ETAT DE SAO PAULO

n°4 p.289-292

ETHIOPIE

n°3 p.247-257, n°3 p.258

GAMBIE

n°3 p.207-210

INDE

n°2 p.147-154

KENYA

n°3 p.211-218, n°4 p.311-315

MADAGASCAR

n°1 p.17-20

MALI

n°1 p.37-45

MAROC

n°1 p.47-54, n°4 p.277-281

MAYOTTE

n°4 p.282

NOUVELLE-CALEDONIE

n°2 p.173-181, n°3 p.231-238

OCEAN INDIEN

n°4 p.282

OUGANDA

n°2 p.101-105, n°4 p.311-315

RAJASTHAN

n°2 p.147-154

REPUBLIQUE CENTRAFRICAINE

n°1 p.55-61, n°4 p.317-319

SAO TOME ET PRINCIPE

n°3 p.201-205

SENEGAL

n°1 p.69-73, n°2 p.113-120,  
n°2 p.127-129, n°2 p.135-146,  
n°2 p.165-172, n°3 p.207-210,  
n°4 p.293-296, n°4 p.321-325

SOUDAN

n°2 p.109-111

TOGO

n°1 p.63-67

TURQUIE

n°1 p.75-79

ZAMBIE

n°2 p.123-126

ZIMBABWE

n°3 p.265-272

ZONE SOUDANO-SAHELIENNE

n°4 p.327-334